Über

Entstehung der Flussinseln.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät II
der Kgl. bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität
zu München,

am 19. Januar 1897 vorgelegt von

KARL FRAUENFELDER
in Ludwigshafen a. Rh.

Buchdruckerei Julius Waldkirch & Co.
Ludwigshafen a. Rh.

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

Curriculum vitae.

Verfasser ist geboren am 20. Juli 1861 zu Schaffhausen (Schweiz), prot. Konfession, Sohn des zu München wohnhaften Ingenieurs Karl Frauenfelder. Im Jahre 1880 absolvierte er das kgl. Realgymnasium München, studierte dann an der k. Ludwig-Maximilians-Universität München und der k. technischen Hochschule daselbst und unterzog sich im Oktober 1883 mit Erfolg der Hauptprüfung für das Lehramt der deutschen Sprache, Geschichte und Geographie an technischen Lehranstalten. Im Jahre 1896 legte er noch die sogenannte zweite wissenschaftliche Prüfung ab und zwar in Geographie.

Seit 1883 ist der Verfasser an den verschiedenen staatlichen und privaten Schulen als Lehrer thätig gewesen, u. a. an der städt. Handelsschule Marktbreit a. M., an der k. Realschule Lindau i. B., an der städt. höheren Töchterschule in Speyer (als Direktor) und ist seit 1. Dezember 1893 angestellt als Reallehrer an der k. Realschule Ludwigshafen a. Rh.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546007_0106

Während die Behandlung der Inseln des Meeres einen besonderen Zweig der physikalischen Erdkunde bildet, so dass Spezialwerke, wie z. B. Hahns Inselstudien[1]) darüber vorhanden sind, gehen die einschlägigen geophysikalischen, geologischen und hydrotechnischen Werke über die Bildung von Inseln in fliessenden Gewässern mehr oder weniger flüchtig hinweg, nur die Deltabildung wird meist eingehender geschildert.[2])

In Flussmonographien allerdings, von denen der Verfasser einige noch zu nennende benützte, findet sich reichlicheres Material. Sonst halten sich sogar wissenschaftliche Abhandlungen, die von der Bildung der Flussbetten handeln, bei der Schilderung der Entstehung der Flussinseln nicht lange auf, ja es werden veraltete, unrichtige oder wenigstens nicht allgemein giltige Sätze aufgestellt, wie der, dass die meisten Inseln durch Abbruch von Landzungen (im Flussschlauch selbst!) entständen.[3])

Allerdings spielen die Inseln der fliessenden Gewässer bei weitem nicht die Rolle im Haushalt der Natur und im Leben der Völker, wie die des Meeres; sie geben höchstens Veranlassung in Betreff des Eigentumsrechtes an sie einige Paragraphen in die Gesetzbücher aufzunehmen. Das sogen. Rheinstromwerk[4]) gibt

[1]) Inselstudien, Dr. F. G. Hahn, Leipzig 1883.

[2]) z. B. Allgemeine Erdkunde, II. Teil (Hochstetter) Seite 337—40; auch Penck, Morphologie II. S. 505—512.

[3]) Dr. E. Neumann: Studien über den Bau der Strombetten u. s. w. Königsberg 1893. S. 46.

[4]) Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse. Herausgegeben vom Centralbüreau für Meteorologie und Hydrographie in Baden. 1889. (Kurz: Rheinstromwerk.)

uns einige Aufschlüsse über diese Rechtsverhältnisse. Nach römischem Recht gehörte eine neugebildete Insel im Strombett den Uferanwohnern; es bildete sich aber im Mittelalter infolge des Regalrechts des Königs allmählich der Gebrauch aus, dass derartige Neubildungen der Landesherrschaft als Eigentum zufielen. Am Rhein beispielsweise liegen die Verhältnisse so, dass Neubildungen nach französischem, bayerischem und hessischem Gesetz dem Staat gehören, jedoch nicht als Ausfluss des am öffentlichen Wasserlauf begründeten Staatseigentums, sondern als freies Privateigentum, so dass diese Bildungen Gegenstände des Rechtsverkehrs bilden. Nach preussischem Landrecht gehören solche Inseln den sie in Besitz nehmenden Uferbesitzern nach dem Verhältnis der mathematischen Mittellinie des Flusses, soweit nicht wieder durch Provinzialrechte dem Staat das Eigentumsrecht gesichert ist, wie z. B. im nassauischen Landesrecht.

Die grössten dieser Inseln mögen wohl versprengten Stämmen Zuflucht gewährt haben und dies zum Teil noch thun. Ratzel gibt uns in seiner Anthropogeographie[1]) einige solche Thatsachen. Auf einer Insel im Lob nor leben noch Reste von Kirgisen, die sich von Viehzucht und Fischfang nähren; die Tanka, auf Booten und Pfahlbauten im Kantonfluss lebend, sind Reste der Ureinwohner. Noch in neuerer Zeit haben sich im sumpfigen Mündungsgebiet des Tschobe Masubie angesiedelt, Flüchtlinge, die der Tyrannei der Barotse entgehen wollten. Flussinseln wirken nicht blos defensiv, sie sind auch für Ausfälle günstig; ihre Bewohner werden durch ihre Verwegenheit oft anderen Stämmen gefährlich; ein Beispiel hiefür sind die im Lande der Balemba die Inseln des Lualaba bewohnenden Menschen, auch die Bakota im Zambesi waren Räuber, bis sie von Sebituane besiegt wurden.

Auch umflossene Flusshalbinseln, sagt Ratzel, haben eine ähnliche Wirkung: sie eignen sich vorzugsweise für Befestigungen; die indianischen mounds sind gern an solchen Stellen angelegt.

An anderer Stelle[2]) vermehrt er noch die Beispiele von der bevorzugten Lage von Ansiedlungen der Menschen aller Zeiten und Rassen auf Flussinseln und in Flussschlingen. Es sei hier nur, um nicht allzuweit von unserm Thema abzukommen, auf die

[1]) Ratzel, Anthropogeographie I. Teil. S. 273 u. s. w.
[2]) Anthropogeographie II. Teil S. 477 u. f.

durch Inseln begünstigte Entstehung der Städte Berlin und Paris hingewiesen und auf die Berechtigung des Spruches, der über dem Stadtthor von Leyden stehend: „Arx bifido circumflua Rheno“ noch für viele andere Städte in ähnlicher Lage sich eignen würde.

In biologischer Hinsicht werden sich Flussinseln mit den benachbarten Gebieten kaum in Gegensatz stellen. Sonst ist ihre Wirksamkeit eher eine schädliche zu nennen, da sie der Flussschiffahrt zuweilen hinderlich sind. Alles in allem, verdient die Bildung der Flussinseln näher ins Auge gefasst zu werden, zudem diese zu denjenigen geologischen Vorgängen gehört, die sich vor unseren Blicken abspielen.

Betrachtet man Karten von hinreichend grossem Maassstab so wird man schon bei dem blosen äusseren Anblick eine grosse Verschiedenheit bei Flussinseln bemerken können. Wir sehen vor allem die Grösse[1]) ausserordentlich schwanken, wenn auch selbstverständlich nicht in dem Mass, wie bei Meeresinseln; wir finden ferner die Form der Inseln sehr wechselnd, ebenso die Erhebung über das Flussniveau, ihre Gesteinsbeschaffenheit, ihre Vegetation. Nach solchen Betrachtungen liesse sich schon — wie dies auch bei den ältesten Klassifizierungen der Ozeaninseln, z. B. bei Varenius geschah — ein rein auf Äusserlichkeiten gegründetes System von Flussinseln aufstellen, etwa in folgender Weise:

1. Nach Grösse und Lage im Flussbett.
   a. grosse, rundliche, von Flussarmen umflossene und
   b. kleinere, längliche, im Flussschlauch selbst liegende Inseln.
2. nach der Bodenbeschaffenheit (und Erhebung.)
   a. felsige (relativ hohe),
   b. kiesige
   c. sandige bezw. schlammige } relativ niedrige Inseln,
   d. Zusammengesetzte (mit hohen und niederen Teilen).
3. nach dem Bestand der Vegetation.
   a. Inseln mit Baumwuchs,
   b. „ mit Weidengebüsch, Gras u. s. w.,

[1]) Ritter von Lorenz-Liburnau z. B. gibt in seiner „Donau“ die Grösse der Bänke und Inseln für die einzelnen Abschnitte dieses Stromes genau an.

c. unbewachsene Inseln,

d. Inseln, die gleichzeitig Teile mit und ohne Vegetation zeigen.

Bei dieser Einteilung muss uns schon der Gedanke aufsteigen, dass die Inseln dieser verschiedenen Gruppen nicht auf dieselbe Weise entstanden sein können. Es ist nun die Aufgabe vorliegender Abhandlung, die Frage nach der Entstehung dieser Gebilde näher zu erörtern und danach eine hierauf begründete Klassifizierung zu suchen.

Der Verfasser hat sich den Plan seiner Abhandlung so gedacht, dass er zunächst den Fluss, an dem er gegenwärtig seinen Wohnsitz hat, und über den eine besonders reiche Literatur vorhanden ist, den Rhein, seinen Untersuchungen zu Grunde legt und dann zeigt, dass bei anderen Flüssen und Strömen im allgemeinen dieselben Verhältnisse herrschen und nur in den Tropen noch andere Vorgänge zur Inselbildung beitragen.

Nach Honsell[1]) besteht der deutsche Oberrhein aus drei wesentlich von einander verschiedenen Abschnitten. Der obere Teil von oberhalb des Kaiserstuhles bis etwa zur Murgmündung zeigt uns das Bild — natürlich alles auf die Zeit vor der Korrektion bezogen — eines Wildstromes, oder besser eines verwilderten Stromes, d. h. eines solchen, der ohne feste Ufer über altes (glaciales) oder eigenes Gerölle, mit relativ starkem Gefälle strömt: ein Gewirr von Stromarmen, Giessen,[2]) Inseln und Kiesgründen, eine Fläche von 1 bis 2 km Breite und mehr einnehmend. Der mittlere Lauf, etwa bis Oppenheim weist ein mehr geschlossenes Bett mit den so charakteristischen Serpentinen auf, der dritte Teil endlich einen sanft gekrümmten

[1]) a. Die Korrektion des Rheins u. s. w., bearbeitet von der badischen Oberdirektion des Wasser- und Strassenbau's. Karlsruhe 1862.
b. Beiträge zur Hydrographie von Baden, Heft III.
c. Honsell, der natürliche Strombau des deutschen Oberrheins.
d. das sogenannte Rheinstromwerk. 1889.
e. Treutlein (Ausland 1893): Rheinstromstudien.

[2]) Rheinstromwerk, Seite 47. Eine eigentümliche Erscheinung in den Rheinniederungen sind die Giessen. Es sind Gewässer, die unterirdisch aus dem Rhein durch ehemalige, längst wieder mit Gerölle, Schieferstaub und Humus ausgefüllte Flussbette in das Binnenland dringen und an zahlreichen Stellen als starke, klare Quellen zu Tage treten, um nach kurzem Lauf zu grossen Bächen geworden, wieder in den Rhein sich zu ergiessen.

Lauf, breit und durch langgestreckte Inseln gespalten. Es ist nun die Frage, ob die hier erwähnten Inseln auch auf verschiedene Weise entstanden sind? Der Rhein ändert dort, wo die Gerölle des alten Schuttkegels am Eingange des ehemaligen Seebeckens in dem Stromlauf weiter rücken, die Art seines Laufes, sein Bett gräbt sich nicht mehr in die Tiefe, sondern verbreitert sich; die Sohle erhöht sich und der Lauf streckt sich, bleibt aber nicht geschlossen, sondern zerfasert sich durch Inseln und Kiesbänke. Wir sehen also hier einen Vorgang der Inselbildung angedeutet. Es ist klar, dass ein stark Gerölle und Geschiebe führender Fluss[1]) da ja die Wassergeschwindigkeit sehr wechselt, dieses nicht ununterbrochen weiter rollen und schieben kann, sondern dass jedes Hindernis im Strombett Veranlassung geben muss zur Niederlegung eines Teiles der bewegten Massen. Ist dies irgendwo geschehen, so wird der Strom zu einer Teilung seiner Wassermassen gezwungen, und gerade dieser Umstand bildet einen Hauptfaktor bei der Bildung von Inseln. Es entstehen Strömungen und Gegenströmungen beim Hindernis, denen schon Réclus eine wichtige Rolle zuschreibt, wenn er auch zunächst nur von Sandinseln spricht.[2])

Wir wollen den Vorgang näher ansehen. Es sei noch hiezu bemerkt, dass der Verfasser den Versuch gemacht hat, diese Erscheinungen sich mittelst einer kleinen, künstlich angelegten Flussrinne, in der feiner Sand die Stelle der Geschiebe vertrat, vor Augen zu führen und dass, soweit es mit diesen primitiven Mitteln möglich war, es auch gelang, dieselben vor sich gehen zu sehen. Im übrigen folgen wir hier dem oben genannten französischen

---

[1]) Die Literatur über den Geschiebetransport in Flüssen ist sehr reichhaltig. Eine Zusammenfassung der bis jetzt gefundenen Resultate mit zahlreichen Literaturangaben findet sich in Penck „Morphologie der Erdoberfläche" Seite 277—94. — Eine interessante Ergänzung hiezu in Dr. Alfred Hettners geogr. Zeitschrift Heft 10 1896 im Artikel von Dr A. Philippson: „Die Morphologie der Erdoberfläche in dem letzten Jahrzehnt (1885—1894), bes. Seite 560—565. — Besonders kamen hier in Betracht: Franzius und Sonne, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Band III., der Wasserbau, S. 82—92.

Daubrée, observations sur les alluvions anciennes et modernes d'une partie du bassin du Rhin. — Mémoires de la société d'histoire naturelle de Strasbourg, Band IV. 1850, S. 118—126.

[2]) Réclus, la terre, I. Bd. 4. Auflage, S. 413 ff.

Geologen Daubrée. Seine Ausführungen werden von andern vielfach bestätigt und erweitert.[1])

Die schweren Bestandteile des Gerölles werden nur an der Sohle fortbewegt; aber der Fluss führt gleichzeitig auch Sand und Schlick. Diese Materialien würden allerdings in absteigender Grösse nach abwärts vom Flusse sortiert werden, wenn die Stosskraft des Wassers sich gleich bliebe. Bei höherem Wasserstand und vermehrter Kraft werden Geschiebe bewegt, die bei Niederwasser liegen bleiben. Nach Penck[2]) vervierundsechzigfacht sich das Gewicht der transportablen gleichgestalteten Geschiebe bei Verdoppelung der Wassergeschwindigkeit, also in der 6. Potenz. Umgekehrt genügt — und dies ist bei der Inselbildung ein wichtiger Umstand — eine geringe Verminderung der Strömung, um zu veranlassen, dass das Wasser die in ihm suspendierten Teile fallen lässt und die Geschiebe liegen bleiben und zwar so, dass je grösser und plötzlicher die Hemmung sein wird, um so eher auch die feinsten Teilchen zu Boden sinken. Wie empfindlich die Strömung ist, erzählt K. E. v. Baer[3]) gelegentlich der Schilderung der Wolgamündung, nämlich, dass schon das Ankern von Schiffen genügt, um an dieser Stelle eine Sandablagerung im Flussbett zu bewirken. Wo sich im Flussbett kein Hindernis befindet, bewegen sich Sand und Gerölle ähnlich den Dünen im Wind in sanften Hügelwellen mit stromaufwärts sanfter Neigung (oft weniger als 1°) und stromabwärts steilerer Böschung (25 bis 33°). Die Geröllstücke rollen oder gleiten die sanfte Neigung hinauf und stürzen über die Kante die steile Böschung hinunter. Auf diese Art geht eine förmliche Wanderung sowohl der aus gröberen Kieseln als auch der aus feinem Grand oder Sand bestehenden Massen an der Sohle des Flusses vor sich. Bei Bänken aus groben Massen, namentlich, wenn die Stücke abgeflachte

[1]) a. Ed. Suess: Ueber den Lauf der Donau. Oesterr. Revüe, 4. Bd. 1863. S. 265 u. f.
b. Die Seitenverschiebung der Flüsse. (Nach Stef. v. Vilowo), Gäa, 17. Jahrg. S. 405 u. f.
c. Fr. Walchner, die Bildung der Rheininseln. Westermanns Jahrbuch der deutschen Monatshefte, 17. Bd.
d Ritter von Lorenz-Liburnau, die Donau und ihre Ablagerungen. Wien 1890.

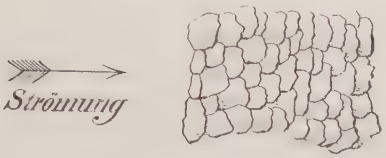
[2]) Penck, Morphologie, I. Teil, S. 275

[3]) Über ein allgemeines Gesetz in der Gestaltung von Flussbetten. Bulletin de l'acad. imp. d. St. Petersbourg 1860.

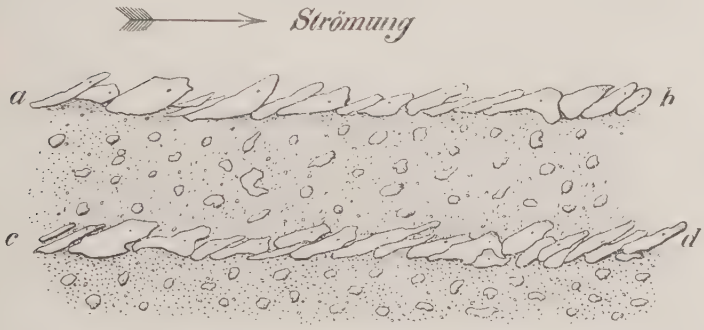
Rotationsellipsoide sind, zeigt sich auf der rein von Sand gespülten, sanft ansteigenden Fläche eine dachziegelförmige Anordnung der Kiesel; die einen sind auf die andern hinaufgeschoben.

Anordnung der Kiesel einer Rheinbank nach Daubrée.

a) von oben gesehen.



b) im Durchschnitt (Schuppen- oder Dachziegelordnung.)



a b und c d Lagen geordneter, grosser Kiesel, die Punkte deren Schwerpunkte; dazwischen kleines Geröll und Sand.

Im Innern der Bank findet sich diese Dachziegelordnung nicht, d. h. nicht innerhalb der Masse, die bei einem einzigen Hochwasser angeschwemmt wurde; im Innern sind die Kiesel auch mit Sand und Gries gemischt. An solchen Lagen ausgewaschener und geordneter Kiesel kann man die Zahl der Hochwasser erkennen, durch welche die Bank entstanden ist. Natürlich bewegen sich auch während eines und desselben Wasserstandes die Kiesel nicht gleichmässig; sie rücken rollend oder gleitend ruckweise vorwärts, zuweilen werden flache Stücke wie Wurfscheiben mehrere Meter im Wasser fortgeschleudert. Daubreé sagt, dass in seichten Armen die Böden der Kähne beschädigt würden und dass man, was persönliche Beobachtung leicht be-

stätigen kann, das Aufeinanderschlagen der Kiesel höre. Welche Massen hiebei bewegt werden können, geht aus einer Bemerkung des genannten Gelehrten hervor, dass die Materialien der zerstörten Ufer einen Flussarm von 10 m Tiefe in 48 Stunden ausgefüllt hätten! Sandschichten von 1 m Mächtigkeit werden oft in einem Tage an den der Strömung ausgesetzten Stellen der Sohle fortgeführt.[1])

Noch ein wichtiger Umstand mag erwähnt werden: wir haben gehört, dass gleichzeitig verschieden grosse Gesteinsfragmente bewegt werden, wobei übrigens angenommen wird, dass der Sand und Schlick hauptsächlich aus den Verlusten entsteht, welche die grossen Kiesel durch die Rollbewegung und das Zusammenreiben erleiden, dass aber eine totale Zerkleinerung der grossen Stücke nicht stattfindet, schon weil sie ja zuletzt doch einmal liegen bleiben) und zwar die leichteren schneller, dass aber bei Hochwasser eine Steigerung der Grösse und Schnelligkeit eintritt.

Nach der Grösse der Sinkstoffe lässt sich die Maximal- und Minimalgeschwindigkeit an einer Stelle erkennen. Diese Grösse bleibt aber auch nicht konstant, weil die Ablagerung natürlich Gefällsänderungen und damit wieder Aenderung der Geschwindigkeit bewirkt. Die Ablagerung der gröberen Stoffe findet im allgemeinen in den tieferen Stromrinnen, die der feineren auf den höher gelegenen Teilen statt. Dass zur Bildung von Inseln und Bänken Material genug vorhanden ist, wurde schon angedeutet. Es kommt von Uferabbrüchen, von den Zuflüssen, vom Flussbett selbst, wenn dieses aus diluvialem Schotter besteht. Über die Mengen transportierten Materials liegen Messungen vor. Eine genaue Zusammenstellung der neuesten Resultate in tabellarischer Übersicht findet sich in Penck „Morphologie der Erdoberfläche"

[1]) Franzius und Sonne, Wasserbau S. 86.

Anmerkung: In der Dissertation von Dr. Neumann, Königsberg 1893: „Ueber den Bau der Strombetten, u. s. w." findet sich folgende primitive Zusammenstellung: Es bewegen sich bei einer Geschwindigkeit in der Sekunde von

7—8 cm Schlick
15 cm feiner Sand
20 cm grober Sand
30 cm Kies
60 cm kleinere Steine
90—100 cm schwere, eigrosse Steine.

Seite 277 u. f. Nach Grebenau wird im Oberrhein jährlich 1 Million cbm Kies bewegt; bei Germersheim setzt der Strom bei einer Wassermenge von 1200 cbm per Sekunde auf einen laufenden Meter Flusslänge 1000 cbm Kies in Bewegung und führt diese Menge jährlich um 275 m abwärts. Schlamm wird in 30 Hochwassertagen jährlich 1 944 000 cbm mitgeführt; es genügte dies, um das ganze Inundationsgebiet des Rheines zwischen Basel und Bingen um 1,8 m zu erhöhen. Dass selbst Ströme, die aus Seen kommen, doch noch Sinkstoffe führen, zeigt eine Notiz[1]) über das Newadelta bei Petersburg. Es habe sich von 1703—1889 um 405 ha vergrössert und zwar die Insel Wassiljef um 175 ha, Alt-Petersburg um 76 ha.

Dies alles musste vorausgeschickt werden, um das Folgende begründen zu können. Denken wir uns irgend ein Hindernis auf der Sohle des Strombettes, eine Schwelle aus anstehendem Fels, einen Bruch des Gefälles, grössere Felsblöcke (die in glacialen Gebieten Findlinge sein können) oder endlich zu Boden gesunkene Baumstämme, wie z. B. die für die Schiffahrt so gefährlichen Snags des Mississippi und besonders des Missouri,[2]) (sie gelangen durch Unterspülung der Ufer in den Strom, betten sich mit den Wurzeln in der Flusssohle ein und stehen in verschiedenen Neigungen gegen den Strom, den Verkehr zuweilen unmöglich machend) ferner sonstige Unregelmässigkeiten der Sohle oder Uferwände, so ist klar, dass die an der Sohle fortbewegten Massen in ihrem Fortrücken gehindert werden und liegen bleiben. Dies geschieht zunächst o b e r h a l b des Hindernisses, wenigstens was die gröberen Teile betrifft; dadurch wird jenes selbst vergrössert. Die Strömung des Flusses muss sich teilen; sie umfliesst das Hindernis, wobei nach den von Boussinesq und Möller[3]) aufgestellten Theorien ziemlich komplizierte Bewegungen der spiralig sich vorwärts bewegenden Wasserfäden stattfinden. Jedenfalls treten Umstände genug auf, um örtlich die Geschwindigkeit zu verringern und dadurch ein Sinken der mitgeführten Stoffe zu veranlassen. Die

[1]) Globus, Band 57, 1890, S. 254 von Wenjukof.

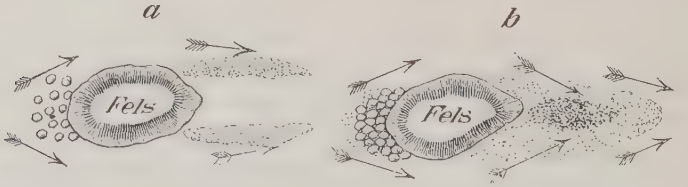
[2]) Humphreys and Abbot, physics am hydraulics of the Mississippi. Washington 1896, Seite 51. — Besonders grossartig sind diese Abstürze auch im Amazonas, terras cachidas geheissen.

[3]) Zeitschrift für das Bauwesen 1883. S. 203. Studien über die Bewegung des Wassers in Flüssen.

beiden Teilströme reiben sich an dem Hindernis; da, wo sie wieder zusammentreffen, stossen sie gegen einander und hemmen [1]) sich, und ein Teil des Wassers fliesst als Gegenströmung in den Winkel ruhigen Wassers unterhalb des Hindernisses zurück, wo sie dann ihre schwebenden Teile fallen lässt

a) bei X Rückstau und Stromteilung; Y Zusammentreffen der Teilströme; Z Rückströme. Innerhalb der Punktlinie Ablagerung. b) A u. B Teilströme verschiedener Stärke, C Resultante nach Stärke und Richtung. (Nach Réclus, und v. Lorenz-Liburnau.)

Ueberhaupt müssen sich zwei in spitzem Winkel aufeinandertreffende Strömungen gegenseitig schwächen, also einen Teil der suspendierten Stoffe fallen lassen. Bei den schon erwähnten Versuchen wurde folgendes beobachtet. Wurde ein Hindernis in die Strömung gegeben, so sammelte sich etwas gröberes Schwemmmaterial oberhalb desselben an; unterhalb bildeten sich zuerst stromabwärts gerichtete parallele Wülste, deren Zwischenraum nach und nach ausgefüllt wurde.



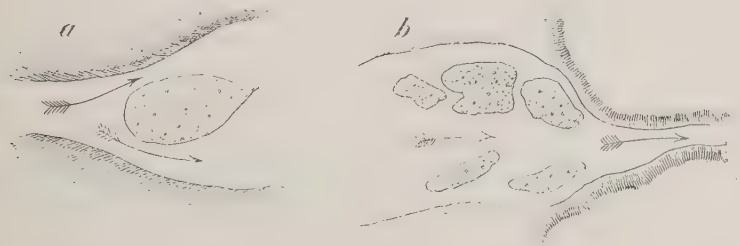
a) Anfangsstadium der Anschwemmung mit dem Doppelwulst. b) Fertige Ablagerung. Oberhalb des Felsens liegt gröberes Geröll, unten feineres.

[1]) Réclus, la terre, I. Bd. S. 413.

[2]) v. Lorenz-Liburnau, die Donau. S. 54 und 55.

Zwischen Hindernis und der unteren Anhäufung bleibt eine Senkung frei, wie dies namentlich bei Brückenpfeilern beobachtet werden kann.

Da wir uns bei unseren Betrachtungen an einem Wildstrom ohne geschlossene Ufer befinden, so müssen wir uns erinnern, dass die Seitenströme Platz zum Ausweichen haben; sie verlängern also die Bank nicht nur nach unten hin, sondern sie lagern auch an den Seiten ab. Dadurch verkleinern sie ihren Krümmungsradius fortwährend und es treten dann jene Gesetze in Kraft, die bei Flusskrümmungen stattfinden: Ablagerung nach innen, Angriff der Ufer nach aussen. In den Teilarmen kann sich derselbe Vorgang, wie vorher im Hauptstrome wiederholen, so dass zuletzt die Zerfaserung eines Flusses sehr weit gehen kann. Ein Blick auf eine Rheinkarte (vor der Korrektion!) von Basel bis etwa Lauterburg zeigt ein schönes Beispiel hievon; auf heutigen Karten, die den gebändigten Strom darstellen, sieht man immerhin noch an den zahllosen Altwässern, wie es gewesen war[1]). Ablagerung findet auch statt[2]), wenn bei gleichbleibendem Gefäll die Ufer divergieren also eine Erweiterung des Bettes vorliegt; die Bank bleibt dann in der Mitte liegen. Umgekehrt bleibt der Stromstrich in der Mitte und die Ablagerung seitlich, wenn die Ufer konvergieren, das Bett sich verengert. In diesem Fall entstehen Stauungen und das gestaute Wasser lässt seine Bestandteile, die in ihm schweben, fallen.



Ablagerungen a) bei divergierenden b) bei convergierenden Ufern.

Wenn der Strom sich in eine grössere Anzahl seichter Arme aufgelöst hat, muss sich das relative Gefälle der einzelnen Arme

[1]) Atlas zum Rheinstromwerk. Blatt 9 und 10.
[2]) v. Lorenz-Liburnau: Die Donau S. 61 und 62.

wieder vermehren, weil sie dessen bedürfen zur Weiterbeförderung der Geschiebe. So würde der Rhein, wie Honsell[1]) überzeugend darlegt, das Gerölle des alten diluvialen Schuttkegels am Eingang der Rheinebene immer weiter hinabgeführt haben und den Charakter eines sich zerfasernden Wildstromes immer mehr nach unten verlegt haben, wenn nicht die Korrektion dies schliesslich verhindert hätte.

Die entstandenen Bänke (sie heissen in der Technik Mittelfelder, sonst Heger, Haken, Köpfe, Haufen) sind in ihrem Bau natürlich nicht sehr fest; jedes Hochwasser sucht sie zu zerstören und ihre Bestandteile wieder weiter zu führen. Nur wenn sie so fest gelagert sind, dass auch der stärkste Stoss sie nicht mehr auflockert, werden sie die Sockel von künftigen Inseln. Dass dies aber so selten geschehen soll, wie noch Dunker[2]) annimmt, ist nicht festzuhalten. Es sind oft nicht einmal die besprochenen Hindernisse notwendig zur Inselbildung. Wir können uns denken, dass ein ausserordentlich starkes Hochwasser eine solche Masse von Kies irgendwo hinwirft, dass sie von späteren Schwellungen nicht mehr entfernt werden kann und sie sich erhöht, bis sie zur Insel geworden ist. Natürlich kann ein Fluss[3]) niemals Geschiebe anhäufen über ein Niveau, das sich merklich über das des mittleren Wasserstandes erheben würde; auch geschieht, wie bemerkt, die Anhäufung nicht auf einmal, sondern nach und nach unter fortwährendem Wechsel von Zerstörung und Aufbau. Dergestalt erhöht sich die Bank, bis sie über den mittleren Wasserstand emporragt. Diese Bänke haben, wie die unter Wasser, nach oben sanfte, nach unten steile Böschungen, was für ihre weitere Umgestaltung von Wichtigkeit ist. Ihrer inneren Bildung nach ist eine Bank im Rhein z. B. wie Walchner sich ausdrückt, eine wahre Mustersammlung aller Gesteine der Alpen, des Jura, des Schwarzwaldes und der Vogesen.[4]) Geht über die aufsteigende Bank noch starkes Hochwasser, so spült es die oberste Schicht noch einmal

[1]) Beiträge zur Hydrographie von Baden. III. Heft. S. 30 u. f.

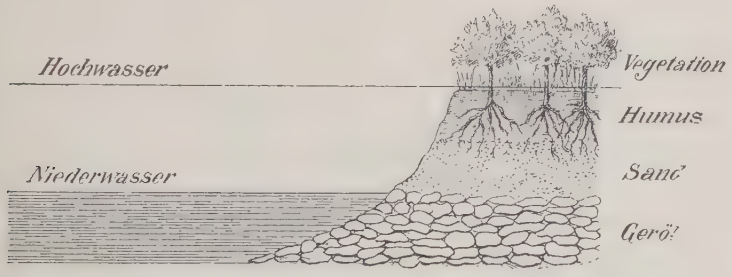
[2]) Giebels Zeitschrift für das gesamte Naturwissen: Über den Einfluss der Rotation der Erde, S. 488, wo eine Anmerkung nach Hagen, Wasserbau S. 170 zitiert wird.

[3]) Süss, über den Lauf der Donau. Österr. Revüe 1869. S. 265.

[4]) Näheres bei Daubrée, Description géologique et mineralogique du Département du Bas Rhin, Strassb. 1852.

vom Sand frei, zuletzt aber wird doch Sand und Schlamm liegen bleiben, besonders bei sinkendem Wasser; jede folgende Ueberspülung verdickt diese Schicht, weil die Geschwindigkeit der Strömung über der Bank sehr verringert ist und demnach hier die Sinkstoffe niedergeschlagen werden. Die in dem Sand und Schlamm reichlich vorhandenen keimfähigen Samen gehen, sobald die Schicht trocken wird und sich in Humus zu verwandeln beginnt, auf und die emporwachsenden Pflanzen und deren Wurzeln dienen nun zur weiteren Befestigung der obersten Lagen und sind auch geeignet, vermehrte Niederschläge aus dem Wasser zu bewirken. Bei ganz besonderen Umständen sind Materialien pflanzlichen Ursprungs der Ersatz für mineralische Schwemmprodukte. Im Mississippi [1]) werden oft Treibholzstämme auf einer Sandbank niedergelegt, werden, ehe sie wieder von neuen Fluten weggespült werden können, mit immer neuen Lagen Sediment bedeckt und führen so rasch die Erhöhung zur Insel herbei. [2])

Eine ganz besondere Rolle, auf die wir weiter unten noch zurückkommen werden, spielen die treibenden Grasmassen, das „Sett“ des äquatorialen Nil und seiner Tributäre, bei der Bildung von Inseln. Eine solche Insel (zunächst also im Rhein) besteht demnach aus einem Sockel von Geröll, dann folgt eine mehr oder weniger starke Sandschicht, endlich Schlamm, beziehungsweise Humus.



Durchschnitt einer Rheininsel bei Walchner.

In der Donau nennt man diese feinsten Bestandteile, die im Rhein „Schlick“ heissen, „Silt“; ihm verdanken die Schwemm-

[1]) Humphreys and Abbot, Report on the Miss. S. 97.

[2]) Aehnliches findet in den südamerikanischen Flüssen statt, die durch Urwald fliessen.

inseln ihre Fruchtbarkeit. Bei alten Inseln zeigen die Schlammlagen eine Art von Schichtung. Der Niederschlag befestigte sich durch Vegetation, wurde aber hernach von neuem überdeckt. Geschieht eine solche Ueberdeckung nicht, so erscheint bald weiterer Pflanzenwuchs. Neben Weiden — im Mississippi heissen solche Gründe geradezu willow-battures — erheben sich Gräser, und diese sind es, die ganz besonders zur Fällung von Schlammteilen aus dem Wasser geeignet sind. Walchner gibt eine botanische Schilderung einer neu entstandenen Rheininsel; eine Beschreibung einer Donau-Aue bei v. Lorenz-Liburnau[1]) deckt sich fast damit. Die Reihenfolge der erscheinenden Pflanzen ist nach den Weiden: Riedgräser, Schilfrohre, Rohrkolbe, Schaftheu, Wiesenraute, Tamariske, Seekreuzdorn, zuletzt Bäume und zwar Erlen, Ulmen und Pappeln, besonders die Silberpappel. Trotzdem ist es auch jetzt noch möglich, dass die Insel durch sehr heftige Hochwasser zerstört oder in mehrere kleine aufgelöst wird. Walchner gibt leider den Zeitraum nicht an, der verfliesst vom ersten Erscheinen der Bank über Wasser bis zur Entwicklung des Baumwuchses. Es geschieht aber verhältnismässig rasch. Dadurch entsteht im Fluss ein wechselreiches Bild, das nicht ohne landschaftlichen Reiz ist. Je nach der Beschaffenheit der Gesteine, die der Fluss in der Hauptsache mitführt, heben sich die grauen, gelben oder blendend weissen Bänke vom Grün der Ufer und schon bewachsenen Inseln und der Farbe des Wassers ab; diese letztere ist über getauchten Bänken anders als im tiefen Strom.

Im Band 55 des „Globus“, Seite 319 findet sich eine kurze Notiz über: „Das Gran chaco und seine Flüsse“. Hier ist gesagt, der Vermejo führe eine weit grössere Masse von Sinkstoffen mit sich als der Pilcomayo. Die Detritusmassen seien enorm und haben eine beständige Änderung der Uferbildung zur Folge,

---

Anmerkung. Lorenz-Liburnau, die Donau Seite 75: Ablagerungen und Ufer, die höher über das Wasser herausragen, nur mehr bei ungewöhnlichen Hochwässern, besonders von Stauwasser beim Eisstoss überronnen werden und bereits erwachsene Bäume (vorwiegend hohe Silberpappeln, Traubenkirschbäume, Erlen, baumartige Weiden mit Unterholz von Sanddorn, Tamarisken u. s. w.) und einigen Graswuchs von meist langblättrigen Gramineen tragen, werden Auen genannt. Ein Haufen avanciert oft zur Au, wenn er längere Zeit in Ruhe bleibt, sich mit Silberpappeln oder Weidensträuchern begrünt, zwischen denen feiner Wellsand festgehalten wird, der oft 0,3—0,5 m hoch sich aufschichtet und dann sich mit Bäumen bestockt Kleine Auen heissen „Augel“.

wobei vielleicht die Erosion durch den Salzgehalt des Wassers verstärkt werde. Ganze Bänke würden auf einmal weggerissen, die, weiter unten abgesetzt, sich bald mit üppigem Grün bedeckten. — Da dies Wegreissen der Bänke wohl bei jedem Hochwasser geschieht, so ist anzunehmen, dass die Begrünung der neuangeschwemmten Inseln in jenen tropischen und subtropischen Gegenden noch in demselben Jahre vor sich geht.

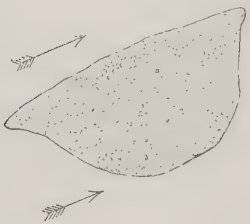
Alle die geschilderten Vorgänge sind nun überall, wo die Verhältnisse denen am Rhein ähnlich sind, ziemlich gleich. So beschreibt Gruber[1]) für die Isar ganz ähnlich Geschiebeführung und Inselbildung; es müsste zu Wiederholungen führen, wenn wir hier noch einmal darauf zurückkämen. Was sich bei der Isar anders verhält als beim Rhein, liegt an der anderen Natur dieses Flusses und den anderen Hochwasserzeiten. Auch Gruber bestätigt, dass an breit auseinandergezogenen Stellen des Flusses das Anwachsen der Alluvionen in horizontalem und vertikalem Sinn ausgiebiger erfolge als in geschlossenen Betten. Die Festigkeit der Anschwemmungen, die vom Herbst bis zum Frühjahr nicht mehr vom Hochwasser beschädigt werden, ist grösser, als die der von den sommerlichen Hochfluten angetriebenen Geschiebelager; die Flussinseln lockern sich demnach während ihres langsamen Abwärtswanderns auf. Nach Untersuchungen von Oberbaurat Schmid (Hydrologische Untersuchungen an bayrischen Flüssen), die Gruber angibt, veranlassen die durch die Teilungen der Strömung entstandenen Teilströme bei ihrer Wiedervereinigung eine Auskolkung der Sohle, die dann das Abwärtsgleiten der Kiesbank wieder begünstigt. Je grösser die Massen der Anschwemmungen sind, desto mehr wird der Stromfaden besonders bei Niederwasser, zum Serpentinieren gezwungen. — Auch in Flüssen, wie es die Isar ist, bewirken Hindernisse bleibende Anschwemmungen. Gruber bestätigt auch die durch Ueberlegung und Versuch gewonnene Ansicht, dass besonders steigendes Wasser zerstört, fallendes dagegen anlegt, aber auch in die Ablagerungen Runsen gräbt. Besonders häufig bildet sich zwischen dem Ufer und den an Flusskrümmungen angelagerten halbkreisförmigen Bänken (in der Donau „Scheiben“ genannt), eine Rinne secundärer Art. Diese,

[1]) Dr. Christian Gruber: Die Isar nach ihrer Entwicklung und ihren hydrologischen Verhältnissen. Programm der städtischen Handelsschule München 1889.

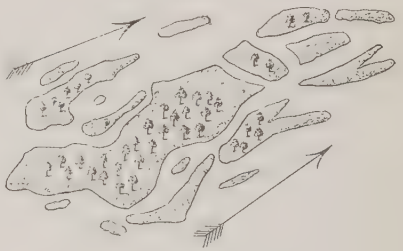
die bald wieder verlandet, liegt etwas höher als der Strom; bei Hochwasser fliesst daher häufig Wasser in neu sich einreissenden Rinnen von der Uferrinne aus zum Strom und zerteilt so die Bank. Alle diese Erscheinungen lassen sich beim Studium guter Karten ebenfalls erkennen. Wie schon gesagt, findet man die merkwürdigst geformten Bänke und Inseln. Es liegen uns Karten vor, die Flüsse von Wildstomcharakter enthalten, wie Salzach, Inn, Alz und Isar. Das Bett dieser Flüsse zeigt Bänke und Inseln von ganz beträchtlicher Ausdehnung, bewachsene und kiesige in buntem Wechsel; daneben treten langgestreckte, nach unten gezackte oder gelappte Formen auf. Man sieht Inselgruppen, durch zahlreiche Kanäle (in denen oft wieder kleinere, jüngere Schwemminseln liegen) zerteilt; diese Gruppen zeigen im Umriss die Formen von grossen, noch nicht zertrümmerten Bänken.

1) Zertrümmerung von Inseln

vollständige Bank



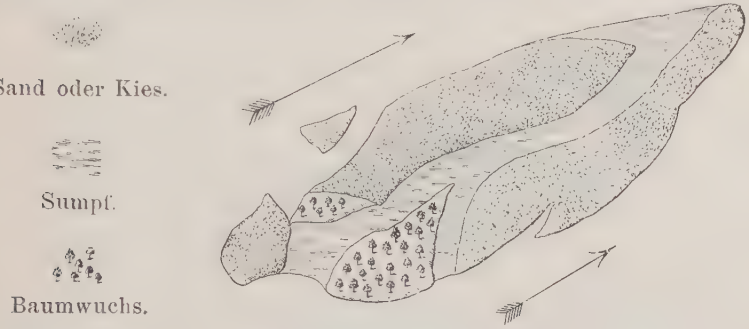
zertrümmerte Insel im Inn bei Aigen.



2) Zertrümmerte Insel in der Donau

(nach v. Lorenz Liburnau.)

Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, dass ein grösseres Gebilde allmählich aus kleineren durch Anlagerung entsteht. Welcher Fall vorliegt, entscheidet das Vegetationsbild. So zeigt z. B. eine Insel im Inn bei Göging deutlich drei Bodenarten; ein Teil hat Pflanzenwuchs, andere Teile sind kiesig, wahrscheinlich bereits mit Sand überdeckt; dazwischen liegen mehrfach verzweigte, schmale sumpfige Streifen, die im Verlanden begriffenen alten Trennungskanäle.



Insel bei Göging im Inn mit drei Bodenarten.

Diese Kanäle, sowie die flussabwärts gerichteten Scheeren- und Zangenformen entstehen auf folgende Weise durch Ausrunsung von unten her:[1]) Das Wasser erhält, über ein Mittelfeld fliessend, ein etwas grösseres örtliches Gefälle; es entsteht ein Wasserfall im kleinen, der sich nach und nach rückwärts einschneidet, bis das Kiesfeld „durchrissen" ist. Solche Durchrisse können natürlich in mehrfacher Anzahl bei einer Bank stattfinden. Wird der Vorgang unterbrochen, so bleiben die erwähnten Scheeren- und Zangenformen; zuweilen erhält sich, wie die Karten zeigen, in der Mitte der Insel eine Art Lagune.

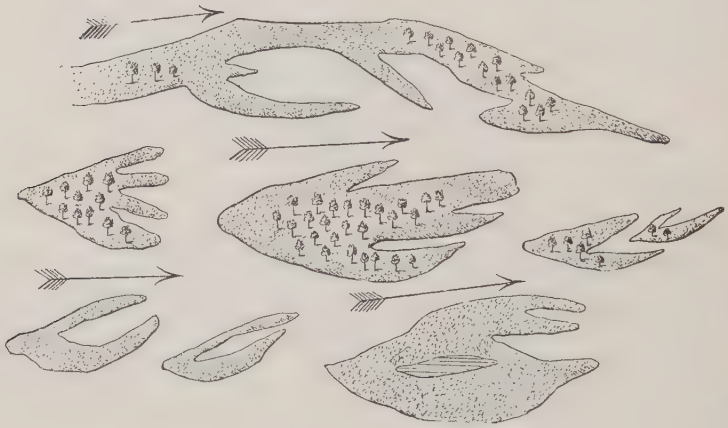
Durchschnitte durch Inseln.

p p primäre Ufer, s s sekundäre Ufer.

1) v. Lorenz-Liburnau, die Donau, Wien 1880. S. 78—81.

a. Querschnitt, b. Längsschnitt durch einen „Mitterhaufen“ bei v. Lorenz-Liburnau. In b ist n o die ursprüngliche, n p die spätere Böschung.

Verschiedene Inselformen nach Karten.

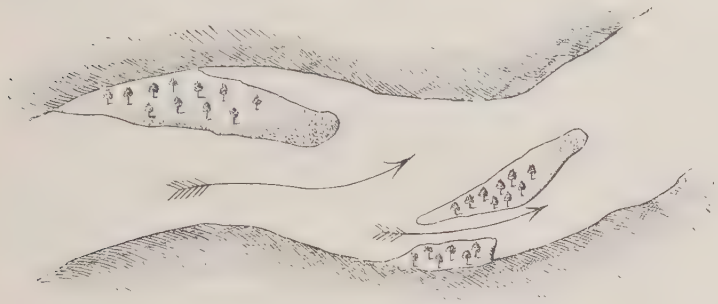


letzte Figur: Insel mit Lagune.

Dasselbe Bild muss entstehen, wenn die Durchrisse „G'scheid“ (Gescheide) — auch „Schleussen“ in der Donau — von oben her wieder verlanden Ganz ausgeschlossen ist auch Verlandung von unten nicht, besonders wenn die Rinne im Winkel auf den Hauptstrom trifft. Bei besonders starker Strömung werden die Bänke durch den Wasserstoss von oben aufgelöst, „abgezogen“, wie der Donauschiffer sagt, und mit dem Material wird weiter unten eine neue Bank gebaut. Das „Abziehen“ kann allmählich, schichtenweise geschehen, oder sehr rasch. Dagegen fand es sich durch nichts bestätigt, dass solche Inseln dadurch entstünden, dass sich zuerst mit dem Ufer verbundene Halbinseln (nicht mit den später zu behandelnden Schlingen zu verwechseln!) bildeten, deren Enden dann abbrächen.

Wo wir solche Zungen ans Ufer stossen sehen, erscheinen sie viel eher als landfest gewordene Inseln.

Äusserst seltene Inselbildung.

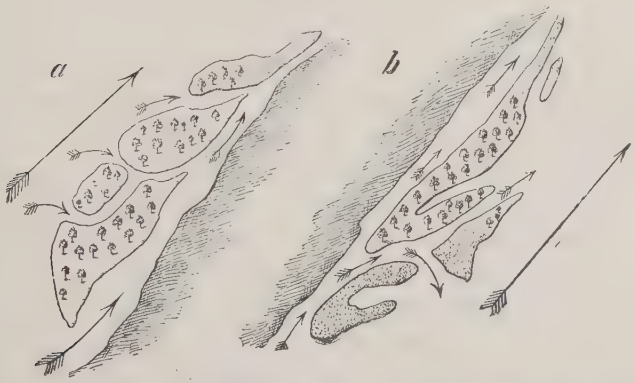


Landzungen, deren Enden abbrechen sollten.

Bei Uferbänken fliessen Trennungskanäle bald vom Stromstrich nach der Uferrinne, bald von dieser zum Strom; dadurch wird die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen noch erhöht.

Zertrümmerung

a vom Stromstrich aus, b vom Nebenkanal aus.



Aus alledem geht freilich hauptsächlich das Resultat hervor, dass diese Anschwemmungsgebilde im nicht korrigierten Wildstrom Erscheinungen von grosser Veränderlichkeit sind.

Ein Stück Donau in der ungarischen Ebene

[3—5 km breit, nach v. Lorenz-Liburnau.

Die Betrachtung des Oberlaufs der Donau muss uns noch zu einer Erscheinung führen. So oft dieser Strom aus geschlossenen Ufern in eine der bekannten beckenartigen Erweiterungen tritt, so erfolgt eine Zerfaserung in viele Arme und starke Inselbildung. Natürlich, der Strom muss über den von ihm selbst in die einst diese Becken ausfüllenden Seen eingeführten flachen Schuttkugel, oder, wie Stefanovic von Vilovo[1]) es nennt, über die Muhre, fliessen Der Strom hat im geschlossenen Bett einen Überschuss an Gefälle, er kann noch Geschiebe mitführen; auf dem Schuttkegel zerteilt er sich, die Teilarme suchen, sich in die Muhre einnagend, ihr Gefälle zu vergrössern und das Geröll immer mehr zum Mittelpunkt des Beckens zu verfrachten, sich dabei fortwährend zerfasernd. Es ist derselbe Vorgang, der hinsichtlich des Rheins beim Eintritt in die Ebene erwähnt wurde. So glauben wir die Sache wenigstens auffassen zu dürfen, da auch Honsell sagt, die von ihm am Rhein nachgewiesenen Gesetze wiederholten sich überall. (Siehe auch Penck, Morphologie I. S. 311 u. f.) In dem unten genannten Artikel der Gäa (S. vorige Fussnote) erscheint der Vorgang anders.

[1]) Gäa, 17. Jahrg. 1881. Die Seitenverschiebung der Flüsse, S. 708 u. f.

Dort heisst es, nach dem Austritt aus engen Spalten in Ebenen müsse der Fluss, sich ausbreitend, an Gefälle verlieren und seine Geschiebe absetzen. Wenn aber diese Muhren Schuttkegel von bestimmtem Neigungswinkel sind, so muss das Gefälle, indem das Wasser über ihn abfliesst, sich zunächst vergrössern. Die Erhöhung, Auftragung und Gefällsverminderung wird erst weiter unten stattfinden und im Streben nach Herstellung des Gleichgewichts sich durch Vertiefung des Bettes nach oben fortsetzen. Bezüglich der Donau bestätigt dies Penck,[1]) indem er sagt: „In allen diesen Ebenen ist das Gefälle der Donau grösser als in den dazwischen befindlichen Durchbrüchen, dafür ist aber, entsprechend einem von Dausse aufgestellten hydrologischen Gesetze der Fluss in den Durchbrüchen tiefer."

Es ist nun möglich, dass ein abgetrennter Arm sich nicht gleich wieder mit dem Hauptarm verbindet, sondern weiter ausschweift und, dem allgemeinen Gesetz des fliessenden Wassers folgend, sich den bequemsten Weg sucht und erst später die Vereinigung mit dem Hauptstrom wieder findet.[2]) Die dergestalt umflossene Insel ist keine reine Anschwemmungsinsel mehr; bloss am oberen Ende — als die Ursache der Teilung — liegen diese Massen, zum Teil wohl gar nicht mehr sichtbar, da sie längst von neuen Massen überdeckt oder mit Humus und Pflanzenwuchs versehen sind, so dass eine solche Teilung, ohne augenfällige Ursache, den Eindruck der Launenhaftigkeit macht. Der Boden solcher Inseln — wovon die grosse und kleine Schütt der Donau recht beweiskräftige Beispiele sind — ist von derselben geologischen Beschaffenheit wie das vom Strom durchflossene Land; ihre Grösse ist weit beträchtlicher als die der reinen Schwemminseln und sie sind es auch, die am ehesten eine geschichtliche Rolle zu spielen imstande sind. Ganz unveränderlich sind auch sie nicht Wir vernehmen überall von verlassenen ehemaligen Flussarmen, die häufig nicht die ganze Wassermasse des Flusses enthielten, sondern nur einen Teil, also mit dem andern Arm eine Insel bildeten. Der Thalweg liegt in einem solchen Fall bald in dem einen, bald in dem anderen Arm, je nachdem eben einer davon sich freier von Geschieben hält.

[1]) Dr. A. Penck: Die Donau, ein Vortrag. Wien 1891. S. 23.

[2]) Die Muldenform des Flussthales zieht diesen Abschweifungen natürliche Grenzen.

Die Seitenarme können sehr leicht verlanden; sie verstopfen sich am oberen oder unteren Ende allmählich so, dass selbst Hochfluten nicht mehr die Kraft besitzen, die Geröll- oder Sandmassen hindurchzuführen. Es bilden sich dann blinde Arme (die bayous des Mississippi, die igarapés des Amazonas), bis auch diese zuletzt verschwinden und die Insel wieder festes Land wird. Solche Teilungen können sich oft wiederholen und mehrfach an derselben Stelle stattfinden, wofür wiederum die Donau im oberungarischen Tiefland ein bekanntes, aber zutreffendes Beispiel bietet.

Allerdings gehört diese Art der Inselbildung nicht gerade in den Teil des Stromes, der den Charakter des grobe Geschiebe führenden Wildstromes hat, sondern noch viel öfter ins Tiefland, besonders dorthin, wo der Strom seine Sohle schon so erhöht hat,[1]) dass der Hochwasserspiegel höher liegt als das umgebende Land. Hier sind Durchbrüche und Einrisse neuer Arme leicht erklärlich. Ausgeschlossen aber ist diese Art der Inselbildung, das Herausschneiden der Insel aus dem Land, in keinem Teile des Flusslaufes. Die eigentliche Deltabildung zu behandeln, liegt nicht im Rahmen dieser Abhandlung, zumal sich hierüber in der einschlägigen Literatur alles Nötige vorfindet.[2])

Diese oben besprochene Art der Inselbildung führt uns übrigens wieder zum Rhein zurück, und zwar zum zweiten Abschnitt des deutschen Oberrheins, von der Murg bis Oppenheim. Hier bildete — vor der Korrektion — dieser Strom die charakteristischen Windungen. Es ist wohl nicht nötig, hier auf die Ursache dieser vielbesprochenen Erscheinung einzugehen, da wir uns hierin Honsell anschliessen, der die Ursache derselben im Gefällsüberschuss sucht, den der Strom hier haben muss. Penck[3]) nimmt das Schlängeln des Stromstrichs als Entstehungsgrund der Serpentinen an. In den Windungen selbst treten dann jene Gesetze auf, die Thomson und Möller aufgestellt haben. An den konvexen Uferstellen finden Ablagerungen statt, an den konkaven, den sogenannten Prallstellen, Auskolkung der Sohle und Unterspülung der Ufer. Die vorhin erwähnte Ablagerung legt sich

[1]) Nach Penck, Morphologie II. S. 4. Dammflüsse genannt.

[2]) Siehe Penck, Morphologie II. 505—512.

[3]) Dr. A. Penck, Morphologie I. Mäanderbildungen S. 345—50.

nicht dicht ans Ufer (in der Donau heissen diese „Scheiben"), sondern es fliesst zwischen Ufer und Bank auch hier eine secundäre Rinne, so dass eine halbkreis- oder halbmondförmige Bank oder Insel entsteht. Bei Hochwasser kann nicht alles Wasser dem Drängen ans konkave Ufer folgen, sondern sucht mit grosser Gewalt an der konvexen Biegung vorbei dem kürzesten Weg zu folgen (Auch aus den oben erwähnten Versuchen ersehen!) Freilich dauern diese Rinnen nicht lang, sie verlanden bald. (Beispiele am Rhein vor der Korrektion: Der Rohrkopf und Rohrkopfgrund bei Diersheim; mit damals schon oben verlandeter Rinne der Flötzgrün bei Berghausen.)

In der Hauptstromrinne können sich selbstverständlich auch in diesem Teile Schwemminseln bilden, z. B. die „willow-battures", Weidenbänke, des Mississippi in den Inselkanälen, den „chutes"; sie bestehen aus reinem Kieselsand und liegen unterhalb der Landspitzen grösserer Inseln.[1]) Ueberhaupt ist in diesem Stromabschnitt das Material zu den Anhäufungen bereits feiner, wofern nicht Zuflüsse wieder gröbere Stoffe bringen; diese letzteren bleiben aber dann vor den Mündungen liegen nud bilden schräg zur Strommitte nach abwärts gerichtete Bänke.

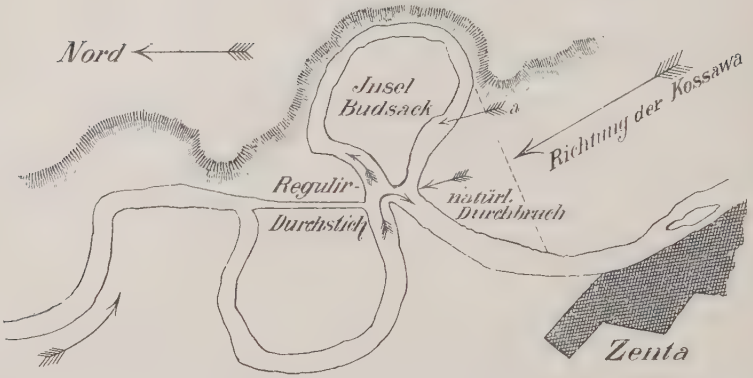
Was in diesem Teile des Rheines in Betracht kommt, ist etwas anderes. Die Schlingen verkleinern ihren Krümmungsradius derart, dass zwischen zwei aufeinanderfolgenden nur mehr eine schmale Landenge bleibt. Diese bricht der Fluss nun häufig bei starkem Hochwasser durch, worauf sich der Thalweg mitunter in die kurze Durchbruchsstelle legt. Winde, welche regelmässig und langdauernd aus derselben Richtung wehen, und zwar senkrecht zur Sehne einer solchen Krümmung, begünstigen diesen Vorgang ganz ausserordentlich, wie dies namentlich Stefanovic von Vilovo an der Theiss überzeugend darlegt.[2]) (Siehe die Zeichnung auf folgender Seite.) Auch Donau, Mississippi und Oder, sowie natürlich der Rhein liefern treffliche Beispiele für solche natürliche Durchbrüche.[3]) Bei Theiss und Donau kommt noch in Betracht,

[1]) Deutsche Ausgabe des Report on the Mississ. von Grebenau, Einleitung von Dr. J. G. Kohl.

[2]) Stefanovic v. Vilovo in den Mitteilungen der k. k. geogr. Gesellschaft, Wien 1881. Über das seitliche Rücken der Flüsse. Seite 180.

[3]) a. Honsell, Beiträge u. s. w. b. Gäa, 17. Jahrg. und Ausland 1876: Stefanovi von Vilovo: Das seitliche Rücken der Flüsse. c. Der Stromlauf der mittleren Oder. Dissertation v. Leonhard, Breslau 1893. S. 14. d. Humphreys and Abbot, Report on the Mississippi.

Theiss-Durchbruch bei Zenta
nach Stefanovic von Vilovo.



a. absterbender Arm

Schlinge der Saale
nach Dunker.

bei d zu erwartender Durchbruch.

dass der genannte herrschende Südostwind (besonders im Frühjahr und Herbst), er heisst serbisch Koschawa,[1]) Sand in parallelen, in der Richtung des Windes streichenden Riegeln, die nach Rohlfs auch in der Sahara vorkommen und dort Semlas oder

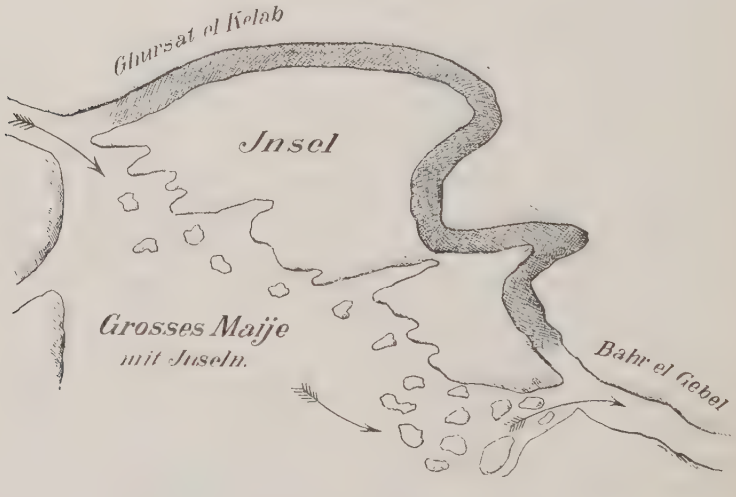
[1]) Penck, Morphologie II. S. 41—46.

Cheitt heissen, gegen die Flüsse weht und sie zum Ausweichen zwingt. Dabei können auch Inseln entstehen. Die eingewehten Sandmassen können selbst Inseln bilden oder eben durch Ablenkung des Flusses Anlass zur Bildung von Umgehungsinseln werden. Herr v. Vilovo sagt:[1]) „Wo immer offener Sand, Wüstensand, in grosser Menge eine offene Fläche bedeckt, mit welchem der Wind sein Spiel zu treiben vermag, da wird ein durch denselben quer auf die Windrichtung fliessender Fluss vom Sande verschüttet und so lange seitlich gedrängt, bis er an dem dem Wind entgegengesetzten Wüstensaum den Sand im Bogen umfasst.“ Als weitere Beispiele werden noch der Nil und namentlich die turkestanischen Flüsse angeführt. Was der mehrfach genannte Autor noch ausführt, kommt weniger bei der Bildung von Inseln in Betracht, als bei der Frage vom seitlichen Rücken der Flüsse. Bei tropischen Flüssen, besonders im äquatorialen Afrika werden solche Durchbrüche und Umgehungen und damit Inselbildung veranlasst durch das Ueberwuchern der Vegetation im Strombett. Dies sind nicht immer Wasserpflanzen, sondern abgerissenes Steppengras.[2]) An diessen Flüssen uud deren Seitengewässern, den Maijat (Singular: Maije) wuchern in tropischer Üppigkeit Gramineen und Cyperaceen, unter ersteren das genus Vossia vorwaltend; wo die Ufer fester sind, tritt Papyrus in dichten, hohen Beständen auf, sowie Papilionaceen von sperriger Busch- und Baumform, der sog. Ambatsch. Bei Eintritt des Hochwassers und fortschreitender Ueberschwemmung wird die Grasvegetation gehoben und schwimmend durch Strömungen und Winde weggetrieben. Nach und nach füllt sich der Flussschlauch mit solchen Massen dieser Pflanzen, dass dieselben bei Krümmungen und Verengungen gestaut werden und den Fluss thatsächlich so verstopfen, dass er zum Ausweichen gezwungen wird. Diese Barren heissen, wie schon früher erwähnt, setutt (Plural von sett). Es entstehen nicht nur Umgehungsinseln, sondern die Barren können selbst zu Inseln werden. Sie erleiden eine ungeheure Pressung, so dass sie sehr dicht werden, Schlamm kommt hinzu, die Wurzeln des Grases wuchern unter der Wasseroberfläche und bilden eine dichtem,

[1]) Mitteilungen d. k. k. g. G. Wien 1881. S. 182.

[2]) Mitteil. der k. k. g. Gesellsch. Wien 1881. S. 284 Tagebuch während der Beseitigung der Grasbarren im Bahr el Abiad und Bahr el Gebel im Sept. 1879—80, von Ernst Marno.

grobem Filz ähnliche Masse.[1]) So füllen sie den Flussschlauch aus; das Wasser sucht seinen Weg neben ihnen zu nehmen, und so erscheinen die Barren als Inseln. Der genannte ägyptische Beamte erzählt in seinem Tagebuch, welche unendliche Mühe und Zeit die Fahrbarmachung des Nil kostete. Wie mag es jetzt dort aussehen? Es ist wohl nicht anzunehmen, dass die Herrschaft des Mahdi irgend etwas für den Strom gethan hat. Wahrscheinlich wird man, wenn wieder Europäer an jene Stelle kommen, die gesamten hydrographischen Verhältnisse wesentlich verändert finden.



Das schraffierte Stück ist durch Barren versperrt, der Strom fliesst durch das Maije (nach E. Marno)

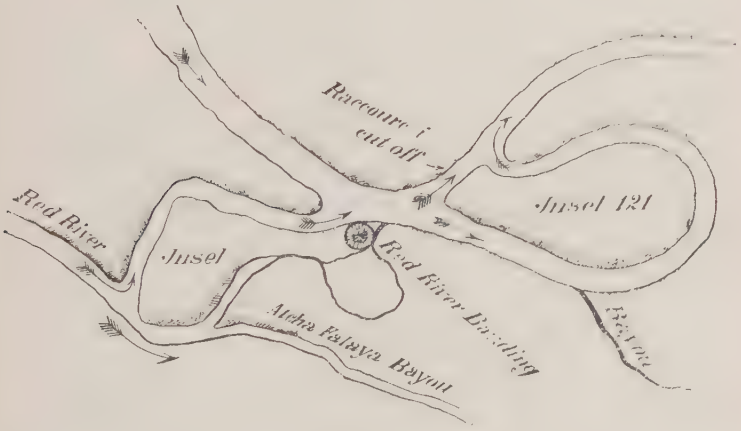
Schon zu Marnos Zeit wird über die Zunahme der Barren und immer mehr sich ausbreitende Versumpfung des Landes geklagt, und keine rosigen Zukunftsbilder für den Fluss gezeigt, wenn nicht Abhilfe geschaffen werde; und diese Abhilfe ist, wie gesagt, von einem Staatswesen wie das mahdistische doch wohl nicht zu erwarten.

Kehren wir wieder zu den Flussschlingen zurück. Wenn ein Durchbruch stattfindet, entsteht eine mehr oder weniger kreis-

[1]) Marno spricht von einer Barre von 3—4 m Dicke, bei 7 m Wassertiefe und 25 m Strömung.

runde Insel, die gleichsam aus dem Lande herausgeschnitten ist. In der S. 31 1c genannten Dissertation über die Oder werden sieben geschichtlich beglaubigte, mit Jahreszahlen versehene Beispiele solcher Durchbrüche aufgeführt. Am Rhein ist besonders der bei Lampertheim vom Jahre 1801 erwähnenswert.

Cut-off am Mississippi.



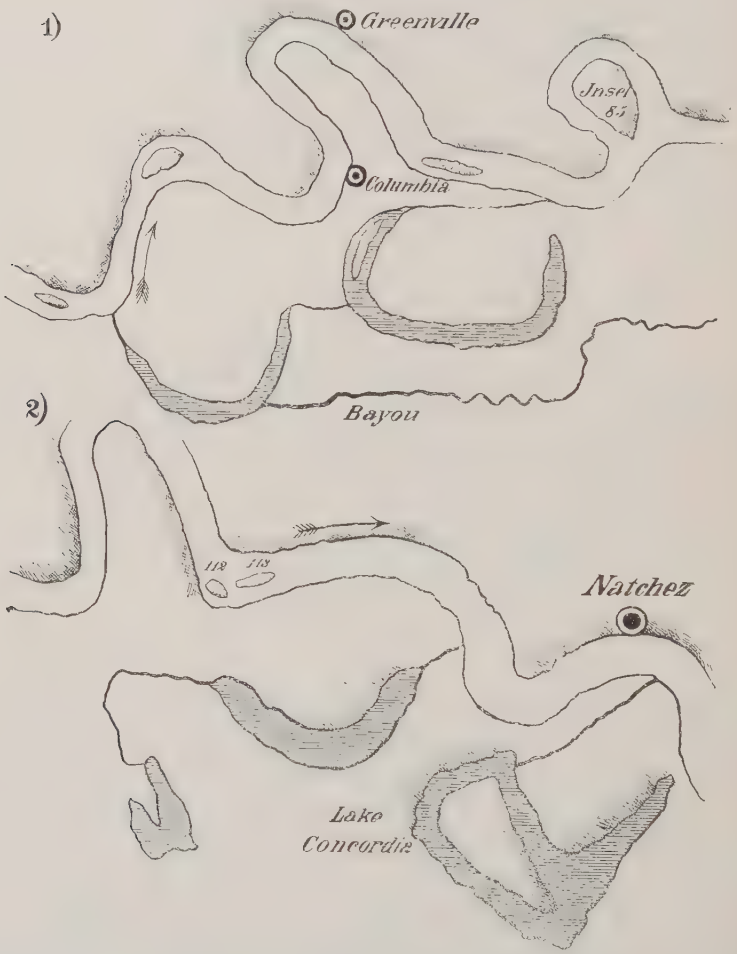
Am Mississippi (siehe die Zeichnung) laufen die Flussbeugungen (turns, bends) fast wie Ringe in sich selbst zurück. Seit 1800 bis zur Abfassung des Humphreys-Abbot'schen Werkes werden sechs natürliche Durchbrüche (cut-offs) und die Bildung ebensovieler sichelförmiger Seen (crescent-shaped lakes) gezählt. Nämlich, auch[1]) diese Inseln sind nicht dauerhaft: wenn der Thalweg im Duchbruch bleibt, verlanden[2]) die Schlingen zum Teil und es bilden sich jene Altwasser, die in so charakteristischer Weise viele Flüsse, besonders die vorhin genannten, begleiten Beim Rhein sind sie seit der Korrektion schon ganz verlandet; nur Flurnamen erinnern daran, dass einst da ein Teil des Rheines

[1]) Siehe Zeichnung auf folgender Seite.

[2]) Im Report on the M. S 96/97. The upper and lower mouth of the old river are gradualey silted up with sediment, driftwood etc. until eventually one of the crescant-shaped lakes so common in the alluvial region is formed.

Beispiele von crescent-shaped lakes am Mississippi.

(Miss. Werk.-Karte. vergrössert.)



floss. Auch die Donau in Niederungarn zeigt schöne Beispiele

Anmerkung: An dieser Stelle sei der Inhalt einer Anmerkung aus Honsell, Beiträge zur Hydrographie von Baden, Seite 2, angeführt: Altbreisach lag zur Römerzeit auf dem linken Rheinufer; im X. Jahrhundert war es von zwei Rheinarmen umflossen, dann ist es im XIII. Jahrhundert aus elsässische Ufer angeschlossen, aber bald wieder zur Insel geworden. Erst im XIV. Jahrhundert hat sich der Hauptstrom auf der linken Seite der Stadt gebettet. Die Lage der Stadt fällt in die Gegend, wo die Zerfaserung des Stromes beginnt. Von weiter unterhalb heisst es, die Orte Wintersdorf, Ottersdorf und Plittersdorf seien einst auf einer Rheininsel gelegen. Neuburg in der Pfalz (im Gebiet der Schlingenbildung) lag 1570 auf dem rechten Ufer.

Ein Stück Donau in Niederungarn
nach v. Lorenz-Liburnau. S. 103.

von Schlingen und Durchbrüchen. Die Schlingen nehmen oft, besonders beim Mississippi, recht wunderliche Formen an; es bilden sich Doppelschlingen und 8-förmige Gestalten, daneben scharfe, spitzwinklige, an deren Konvexseite meist Schwemminseln liegen, oft in Reihen neben einander. Wie stark die Insel-

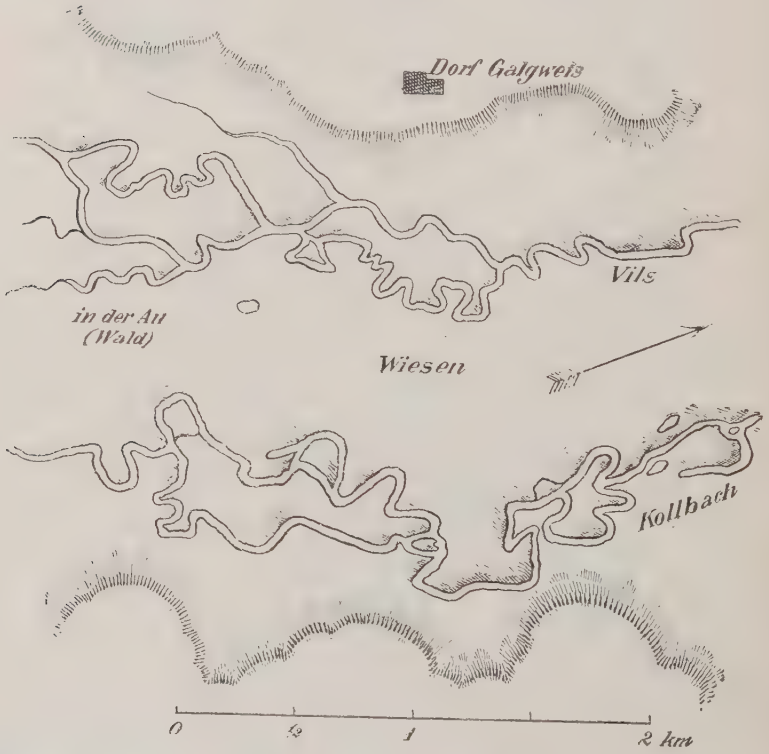
bildung ist, zeigt die Karte des Mississippi-Werkes (vom Jahre 1861); sie nummeriert von der Ohio-Mündung bis New-Orleans 125 Schwemm- und Umgehungs-Inseln.

Bei kleineren Flüssen, die mit geringem Gefäll in lockerem Boden fliessen, wird das Bild der Krümmungen, Schlingen und Teilungen ein geradezu verworrenes. Wir haben ein Kartenblatt vor uns, auf dem ein Stück der Vils in Niederbayern

Vils und Kollbach (in Niederbayern) bei Galgweis

parallel fliessend mit Schlingen.

(Nach der bayer. Generalstabskarte vergrössert.)



mit ihren Zuflüssen Kollbach und Sulzbach zu sehen ist. Soweit die Flüsschen in ebenem Terrain fliessen, bis unterhalb Schönerding, zeigen sie die absonderlichsten Windungen und Inselbildungen. Die Teilarme gehen unter stumpfen Winkeln auseinander, fliessen selbst rückwärts zur Hauptrichtung, machen Schlingen, kehren

wieder zum Hauptarm zurück; die Seitenarme, die eine Insel umfassen, bilden ihrerseits wieder Schlingen und Inseln, so dass ganze Reihen oder Ketten der letzteren entstehen. Offenbar genügt bei dieser Art von Gewässern das geringste Hindernis, das Wasser zum Ausweichen zu veranlassen. Das letzte Stück des Laufes der Vils von Schönerding bis zur Donau ist geschlossen und gestreckt, es ist der Durchbruch durch die die Donau südlich begleitenden Hügelketten. Angeschwemmte kleine Inselchen kommen übrigens auch in diesen Flüssen vor.

Gewässer, welche in dieser Weise fliessen, verlegen im Lauf der Zeit sehr oft ihr Bett, so dass die breiten Ebenen, die sie bewässern, fast überall einmal Flussbett gewesen sind; es findet ein förmliches Schwanken zwischen Auswaschung und Ausfüllung statt.[1]) An den Rändern solcher Ebenen sieht man die halbkreisförmigen, ausgewaschenen Steilränder, die ehemaligen Prallstellen in den Konkaven. Früher war der Radius der Schlingen grösser. In der Gegenwart hat die Wassermenge[2]) neben der Tendenz des Laufes sich zu strecken Einfluss auf die Grösse der Schlingen. Die jetzigen der Oder beispielsweise sind bedeutend kleiner als die der Elbe und des Rheines. Der Radius der Rheinschlingen in der Pfalz soll gegen 1200 m sein, die der Oderschlingen kaum die Hälfte. Ihre Grösse scheint, — wenn die Ströme sich selbst überlassen bleiben — immer geringer zu werden, der Lauf sich zu strecken, das Gefälle sich zu vergrössern.

Ehe wir diese Art der Inselbildung verlassen, müssen wir noch auf die südamerikanischen Tropenflüsse eingehen, besonders auf den Amazonas, wo ganz eigenartige Verhältnisse herrschen.[3])

Einige der Amazonas-Nebenflüsse, wie Purus und Jurua bilden selten in ihrem Stromschlauch Aufschüttungsinseln, obwohl sie auch viel Treibholz führen. Andere dagegen, wie Araguaya, Tokantins, Napo und Rio-Negro, sowie der Hauptstrom selbst führen zahllose

---

[1]) Treutlein, die neuen deutschen Rheinstromstudien. Ausland, 1893, Seite 25.

[2]) Der Stromlauf der mittleren Oder. Dr. R. Leonhard. Breslau 1893. Seite 13.

[3]) a. Mitteilungen der geogr. Gesellschaft für Thüringen. Jena 1887. b. Der Amazonenstrom. Versuch einer Hydrographie des Amazonasgebietes auf orographisch-meteorologischer Grundlage. Dissertation von Carl Schichtel, Strassburg 1893.

Anschwemmungsinseln, besonders wo die Ströme in den Alluvialebenen fliessen. Sie sind auch von halbmondförmigen Seitengewässern begleitet, ganz wie der Mississippi, welche dieselbe Entstehungsursache haben: es sind Reste zugeschwemmter Flussbiegungen.

Nur die aufgeschütteten Inseln will Schichtel so nennen; sie sind kenntlich an der Igapo-Vegetation,[1]) welche die grösseren von ihnen tragen. Bei Niederwasser laufen sie in Sandbänke aus.

Wohl geschieden von diesen eigentlichen Inseln durch ihre Varzea-Vegetation sind die vom Hauptstrom und dessen weit ins Land hineingehenden Seitenarmen umschlossenen Landstriche. Wollte man diese auch als Inseln bezeichnen, käme man gar nicht auf festes Land. Zahllose Arme führen bald vom Hauptstrom zu den Nebenflüssen, bald von den Hauptmündungsarmen der letzteren zum Hauptstrom weiter unterhalb (sie heissen portugiesisch furos),[2]) bald auch endlich vom Hauptstrom selbst, eine zeitlang mit ihm parallel laufend, wieder in ihn zurück (sie heissen paranamirins oder paranas, doch sollen die beiden Ausdrücke furos und paranas auch verwechselt werden. Igarapés heissen diejenigen Arme, die nur mehr einen Ausgang haben.) Durch diese Kanäle wird die ganze Niederung mit einem förmlichen Netzwerk von Wasserläufen durchzogen. Die Mehrzahl derselben und die Seen liegen bei Niederwasser trocken und füllen sich, wenn der Strom steigt.

Noch soll erwähnt werden, dass auch die ausführlich behandelten Durchbrüche von Schlingen der Ströme selbst hier häufig vorkommen. Die neue Insel trägt Igapo, die alten Ufer Varzea Schichtel bringt noch mit Nennung verschiedener Autoren eine

[1]) Anmerkung, S. Schichtel S. 55.

Man unterscheidet in jenen Gegenden scharf drei Vegetationsformen auf verschieden altem Boden:

1. Die des Jagapo auf Land, das zur Flutzeit mehrere Monate unter Wasser steht; sie besteht aus: Salix Humboldtiana, Schilfgräsern, Caladien, Heliconien, Cecropien.

2. Die der Varzea; sie ist nicht mit jedem Hochwasser überschwemmt und nie bis zu bedeutender Tiefe. Pflanzen: Palmen, Marantaceen, wilder Cacao. Sie bildet bei normalem Hochwasser fast durchweg das Ufer.

3. Die der Terra firma, sie wird fast nie von Hochflut erreicht. Kommt an den Ufern der Niederungsflüsse nur an einzelnen Stellen vor. Pflanzen: Andere Palmen, Iriartea ventricosa, Oenocarpus minor, Bertholletia excelsa (Paranüsse).

[2]) In spanischen Gebieten: desechos (am Orinoko).

Ausführung über die eigentümlichen Aestuarien der Amazonasnebenflüsse. Als besonders belehrende Beispiele nennt er die drei kleinen Nebenflüsse des Madeira (des Seitenarmes Paranamirim de Canuma): Maue-assu, Abacaxis und Canuma. Alle drei sind sogen. Schwarzwasserflüsse mit wenig Sediment. In ihrem Lauf kann man drei Phasen unterscheiden:

1. In kurzer Entfernung der von den Detritusmassen des Hauptstroms verlegten und verengten Mündung lange, weite offene Strecken ohne Strömung oft mit einem ganzen Wasserhorizont und wenig Inseln, welche die Aussicht nicht hindern.

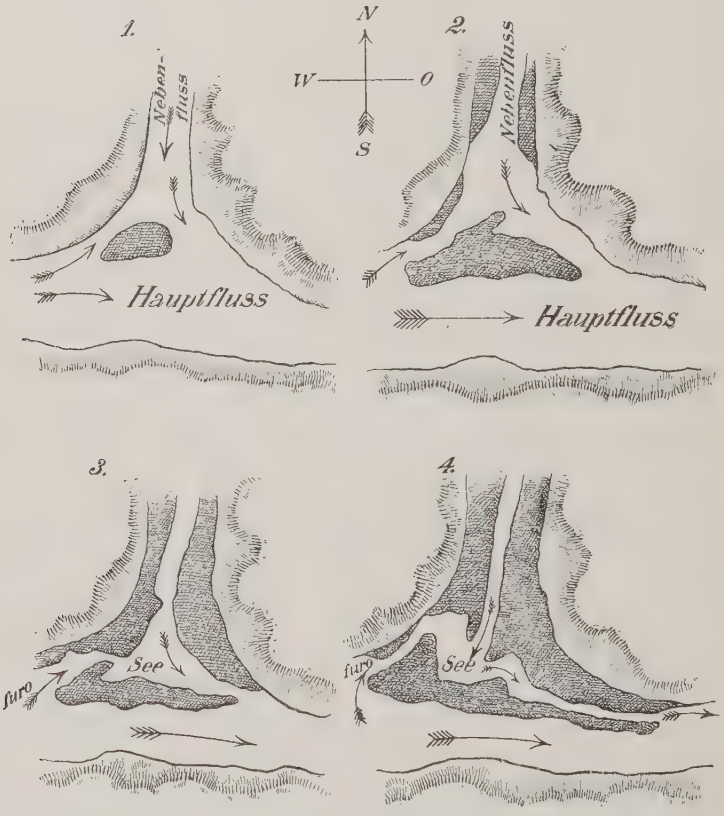
2. Die Breite von Ufer zu Ufer ist geringer, dazwischen ein Labyrinth von Inseln und blind verlaufenden Kanälen. Bei Niederwasser findet man den Flusskanal an der schwachen Strömung, bei Hochwasser ist ein Zurechtfinden kaum möglich.

3. Der Fluss ist ein deutlicher Kanal und zeigt hie und da eine Insel. Breite und Wasservolumen entsprechen sich.

Etwas ähnliches sollen auch die Diagramme auf Seite 34 erklären, die Schichtel in seine Schrift aufgenommen hat. Es entsteht vor der Mündung des Nebenflusses eine Insel, nahe dem Westufer, die den Strom teilt. Die Strömung des Nebenflusses wird durch die des Hauptflusses verdrängt. (Diag. 1.) Die Insel wächst nach O. und N.-O. Das Wachstum in der ersten Richtung verlängert den unteren Mündungsarm des Nebenflusses, das in der zweiten den „furo“ vom Hauptfluss in den Nebenfluss. Die Mitte der früheren weiten Mündung bleibt als See bestehen. Dessen Eingänge sind der furo des Hauptstroms und der Nebenfluss, sein Ausgang der abgelenkte Arm des Nebenflusses. (Diag. 2, 3 und 4). Hat der Nebenfluss reichlich Sediment, so wird der See rasch ausgefüllt. Am deutlichsten kommt dieses Schema am Curua zur Geltung. Natürlich wird ein solch schematisches Verhalten nur selten vorkommen; denn der Hauptstrom, der Amazonas, baut nicht nur auf, sondern zeigt, wie eben alle Ströme, einen fortwährenden Wechsel von Zerstören und Aufbauen. Ein tieferes Eingehen in diese Verhältnisse würde uns in die Geologie des Amazonasgebietes führen. Alles Nähere gibt die Dissertation Dr. Schichtels über das Amazonasgebiet.

Diagramme zur Erklärung der Ästuarien der Amazonas-Flüsse

nach Schichtel, S. 109.



Nach unserem eingangs aufgestellten Plane kommen wir nunmehr zum letzten Abschnitt des deutschen Oberrheins von Oppenheim bis Bingen; Honsell lässt übrigens bei Oppenheim schon den Mittelrhein beginnen, weil dort zum ersten Male wieder Felsen im Flussbett auftreten. Der Lauf des Stromes ist hier mässig gekrümmt, mit sanften Uferböschungen, gespalten durch zahlreiche Inseln, die Auen. Gerölle gröberer Art führt der Rhein selbst hier nicht mehr; der Main bringt bloss Sand, der auf der festen Sohle des Rheins dahin getrieben wird. Es kann offenbar hier zur Bildung von Aufschüttungsinseln nur dann

kommen, wenn ein starkes Hindernis von anstehendem Fels oder eine Bank älteren groben Gerölles den Sand festhält. Was so schwer ist, dass es von der Strömmung nicht mehr von dem Hindernis weggedrückt werden kann, bleibt oberhalb liegen, der feine Sand schlägt sich unterhalb nieder. So erhöht sich die Anlagerung allmählich zur langgestreckten, fisch- oder weidenblattförmigen Insel. In die Breite kann sie sich nicht ausdehnen, da der Strom ja hier geschlossene Ufer hat und selbst nicht ausweicht. Da durch diese Inseln — auch treten hier schon ursprüngliche Felseninseln, Restinseln, auf, aus Sandstein des Rotliegenden bestehend — die zwischen Mainz und Bingen in mehrfachen Ketten liegen, der Strom eingeengt wird, so muss sich unmittelbar zwischen denselben die Geschwindigkeit der Strömung erhöhen, und dies hindert dann wieder ein Wachstum der Inseln in die Breite.

Von Bingen ab häufen sich dann die Felseninseln im Rhein. Diese Art von Flussinseln ist die ursprünglichste und ihre Entstehung nur auf Erosion zurückzuführen. Sie werden sich überall dort finden, wo der erodierende Fluss in seinem Bett, sei es am Grund oder an den Ufern, so harte Massen vorfand, dass er sie bis zum heutigen Tag nicht hat bewältigen können. So sind sie denn stehen geblieben und ragen als Klippen und Felsen oder grössere felsige Inseln aus dem Wasser. Wo ein Riegel solch festen Gesteines einen Fluss durchquert, entstehen dann auch bekanntlich Stromschnellen und Wasserfälle auf so lange Zeit, bis der Strom das Normalgefälle[1]) erreicht hat. Es unterliegen demnach auch diese Inseln einer Veränderung, doch ist sie viel langsamer und ist erst nach längeren Zeiträumen zu bemerken.

Als Resultat denken wir uns hochragende Klippen und Wände in Cañon-ähnlichen Thälern, in manchen Fällen aber auch endliche Abtragung der Felsen oder Einsturz derselben beim Aufwärtsrücken der Wasserfälle.

Felsige Restinseln kommen in fast allen Strömen der Erde vor, sofern sie nicht ausschliesslich ihr Gebiet auf reines Schwemmland beschränken.

Wir geben im folgenden Beispiele, zunächst vom Rhein selbst. Das Rheinstromwerk sagt ungefähr: Es ragen schon zwischen

[1]) Penck, Morphologie I. S. 320 u. 321.

Rüdesheim und Bingen aus dem hier noch mit Sand bedeckten Bett einzelne Felskuppen und kleine Felsgruppen hervor (Marialey, Kappesley, Mühlwerk). Dicht unterhalb der Nahemündung durchzieht freiliegend ein Felsriff den ganzen Strom; auch das obere Ende der Mäuseturminsel ist durch Felsen gebildet, deren weit in den Strom ragende Ausläufer die „rote Mauer" genannt werden. Die aufragenden Felsen bestehen aus den Schichtenköpfen der Quarzite, die auch an den Thalwänden in die Höhe ziehen. Unterhalb des Mäuseturms gehören „Die Reiher" und „Der Hartstein" ebenfalls den Ausziehenden eines Quarzitlagers an. Im weiteren Rheinlauf wechseln Felspartien mit Kies- und Grandlagern. Die Sprache macht einen Unterschied zwischen kiesigen und felsigen Inseln, die ersteren heissen „Werte oder Auen", die letzteren „Leye". Die Aufschüttungsinseln wurden vielfach künstlich landfest gemacht oder im Interesse der Schifffahrt abgetrieben.

Die Oberflächen der Felsinseln können natürlich in Folge von Verwitterung ebenfalls mit Humus bedeckt sein und Vegetation tragen; besonders gilt dies für die Tropen. Auch kann sich, wenn sie niedrig genug sind, bei Hochwasser Schlamm niederschlagen; endlich sind sie vorzüglich geeignet, als Ansatzkerne grösserer Schwemminseln zu dienen. Ein Beispiel für das oben Gesagte bietet die Mauterer Au in der Donau bei Krems.[1]) Sie zeigt sich seit dem XII. Jahrhundert als ein und dieselbe, die Donau teilende Insel, und diese Beständigkeit derselben stimmt recht gut mit der Angabe, dass ihr Untergrund zum Teil nicht aus Alluvien, sondern aus Felsen bestehe.

Felsengen in Flüssen mit Klippen und Felsinseln kommen, wie schon gesagt, in allen Teilen der Erde vor. Häufig führen sie entsprechende Lokalnamen. So heissen z. B. die Schnellen und Katarakte des Orinoko „Raudales"[2]) — einer der grössten ist der 10 km lange Raudaldi Atures, wo der gewaltige Strom zwischen Gebirgsmauern und über zahllose Felseninseln und Klippen strömt, um zuletzt eine lange Reihe von Schnellen und Katarakten zu bilden — im Amazonasgebiet heissen die Engen und Schnellen „cachoeiras".[3]) Als besonders grossartig werden in Schichtel's

[1]) Österr. Revüe Suess, über den Lauf der Donau S. 269.

[2]) Globus Band 57. S. 198. Chaffanjons Reisen am oberen Orinoko; und Humboldt, Reise in die Äquinoktialgegenden, Bd. III. S. 171 u. f.

[3]) Globus 57. Paul Ehrenreichs Reisen am Amazonas und Purus Seite 316.

Abhandlung nach Kletke S. 691—715 die der Volta (in 3° 11′ S. Br.) des Xingu angeführt. Von einer anderen Stelle des Xingu heisst es: „Unterhalb des Granitgebirges verliert das Flussbett seinen friedlichen Charakter; grosse Felsblöcke ragen aus dem Wasser hervor, Felsriffe und Felsbarrièren erzeugen Strudel und Katarakte. Oft gleicht das auf 2 km ausgebreitete Flussbett einem steinernen Meere, dann wird der ganze Strom wieder durch Berge auf 500 m eingeengt; es ist ein beständiger Wechsel der Scenerie."

Eine besondere Form dieser Erscheinung sind auch die Porogen des Dnjepr,[1]) die schon Humboldt mit den Vorkommnissen im Orinoko vergleicht. Diese Felsschwellen bestehen aus Gneiss und Granit und sind nichts anderes als ein Teil jenes granitischen Felsbaus, der die Flötzbildungen des südlichen Russlands in nordwestlicher Richtung durchschneidet. Im Dnjepr sind 9 Porogen und 9 Wände (Sabary oder Perebory); in seinem Bett liegen zahllose Mengen überfluteter Klippen. Die Schwellen erstrecken sich auf 60 Werst, dazwischen sind überall Klippen. Die Schwellen selbst sind ununterbrochene Wände, die vielleicht schon bei der Zerklüftung des Granits diese Formen enthielten; sie enden oben in spitzen, fast pyramidalen und kegelförmigen Stücken, teils in platten- oder kuppelförmigen. Dergleichen hervorragende Massen erheben sich dann oft dicht neben einander im Fluss und bilden Reihen, die bis an die felsigen Ufer der Thalwände reichen. Nach der Stromrichtung setzen sie sich 700—2800 engl. Fuss weit fort und man findet auf diesen Strecken bei niederem Wasserstand kein Fahrwasser.

Es wurde schon an anderer Stelle gesagt, dass die drei Formen der Flussgestaltung, die Honsell am deutschen Oberrhein feststellt, sich am Rhein selbst wiederholen und bei anderen Flüssen auch vorkommen werden. Es ist hiebei nicht nötig, dass die Erscheinungen in derselben Reihenfolge (Wildstrom, Schlingen, gerader Lauf mit fester Sohle) auftreten müssen, sondern es hängt die Erscheinungsform ganz von den Verhältnissen ab. Ein Beispiel dieser Art möge genügen. Die Alz (bay. Generalstabskarte) fliesst vom Chiemsee bis Altenmarkt durch eine Alluvial-

[1]) Ermans Archiv für wissensch. Kunde von Russland. Bd. IV. 1845. Über die Wasserfälle des Dnjepr und die Inseln in demselben; nach dem Russischen des Kulschin.

ebene (Karte zu Gümbels Geologie von Bayern), dann durch tertiäres Hügelland, bezw. Moränenhügel, ziemlich regelmässige Windungen bildend und mit geschlossenen Ufern.

Nach ihrer Vereinigung mit der Traun, in altdiluvialem und fluvioglacialem Gebiet fliessend, zeigt sie sich als ein ganz ausserordentlich verzweigter und zerfaserter Wildstrom.

Ausführliches findet sich über diese Verhältnisse in Dr. E. Brückners Vergletscherung des Salzachgebietes, besonders im 5. und 7.

Kapitel, wo die Lagerungsverhältnisse der drei Schotterterrassen aufs eingehendste behandelt sind. Auch die der Abhandlung beiliegende Karte (II) bestätigt das Gesagte, so dass hieraus sofort zu ersehen ist, woher die Alz und ihr Zufluss, die Traun, das Gesteinsmaterial herbekommen, womit sie ihre Inseln und Bänke bilden.

Derartige Beispiele liessen sich viele aufführen. In den dem Verfasser zugänglichen Werken, wie z. B. in Jos. Chavannes: „Afrikas Ströme und Flüsse", welches allerdings ja nicht als streng wissenschaftlich gilt, ist sehr viel von Inseln die Rede, doch konnte etwas Besonderes in demselben nicht gefunden werden. Dagegen können wir nicht umhin, noch einen Aufsatz von Professor Gerland[1]) zu erwähnen, der sich mit dem Fluss Hari auf Sumatra beschäftigt, zumal er diesen mit dem Rhein mehrfach vergleicht. Der Hari in Mittelsumatra ist bedeutend kleiner als der Rhein (1225 km gegen 520, Flussgebiet 197200 qkm gegen etwa 50000); er zeigt aber ganz dieselben Erscheinungen: Terrassenbildung, die Geröllaufschüttungen, die Kiesinseln, die Sand- und Schlammbänke im Unterlauf, das Delta, die Abzweigung von Armen, aber auch die Versandung derselben: auch Felsenriffe und Stromschnellen finden sich im Hari, sowie das Rücken der Kiesbänke und der Wechsel der Tiefen. Es möge hier ein Satz aus dem zitierten Artikel wörtlich angeführt sein, weil er allgemeine Bedeutung hat: „In jedem Geröll führenden Strom haben wir ein doppeltes Bewegungssystem, das des Wassers und der Geröllmassen. Das Wasser bewegt sich in Serpentinen über und zwischen dem letzteren, indem es aber bei Hochwasser die Gerölle weiter schiebt, nimmt auch die Bewegung dieser letzteren die Form einer Serpentine an, mit der sich die Serpentine des Thalwegs immer kreuzt. Dies geschieht in fortwährender Verlegung der Kreuzungsstellen, da nach jedem Hochwasser die Geschiebehaufen, jene Kiesinseln, am gleichen Ufer abwärts geführt, geschoben oder getragen werden. So ändert sich die Konfiguration des Stromes, wenn man denselben aus Bett, Geröll und Wasser bestehend annimmt, und dennoch bleibt sein Bild im wesentlichen das gleiche."

So bestätigt uns also auch der Hari, dass die Natur überall mit denselben Mitteln arbeitet, die Strombildung überall nach

[1]) Ausland 1893. No. 1, S. 1. Zur Erforschung von Mittelsumatra, von G. Gerland.

denselben Gesetzen vor sich geht, so mannigfach dieselben auch an sich sein mögen.

Gerland führt noch aus, warum dort die Verwandlung des groben Gerölles in Sand und Schlamm rascher vor sich gehe, als in unseren Klimaten, trotzdem der Hari viel weniger Wasser führt als der Rhein und eine lange Niederwasserzeit hat, die Gerölle also lange liegen bleiben, wobei sie nicht zerkleinert werden. Es soll dies die tropische Sonne bewirken, die die Kiesmassen stark erhitzt; sie dehnen sich bei Tag aus, bei Nacht findet starke Abkühlung statt. Die ziemlich plötzlich auftretenden Fluten werden dann auf die schon stark angegriffenen Steine eine kräftige Wirkung ausüben.

Es bleibt uns nun noch ein Punkt zu berücksichtigen, nämlich die Frage, inwiefern das Einmünden von Nebenflüssen zur Inselbildung beiträgt. Ein solcher Fall, bei den Amazonasflüssen, musste schon oben herangezogen werden; wir wollen diesen Punkt noch einmal allgemeiner fassen.

Nebenflüsse pflegen, wenigstens in regelmässigen Thalmulden, wovon auch die Oberrheinebene ein fast typisches Beispiel ist, in ziemlich spitzem Winkel ihren Hauptstrom zu treffen. Je grösser aber dieser Winkel ist, desto entschiedener bilden sich an der Mündungsstelle Ablagerungen. Das Material dazu rührt von beiden Gewässern her. Die Lage der Bank hängt von der Wassermasse und der Geschwindigkeit des Haupt- und Nebenflusses ab; sie entspricht der Resultante der Kräfte. Ein rasch fliessender Nebenfluss drängt den Hauptstrom fortwährend ans entgegengesetzte Ufer und die Mündungsbarre — bei Wildbächen die Muhre — schiebt sich weit in den Strom. Wird dagegen der Nebenfluss durch Hochwasser des Hauptstroms gestaut, so verliert er seine Geschwindigkeit und lässt seine Sinkstoffe im eigenen Bett vor der Mündung fallen. Wenn dann die Stauung zurück geht, erhält der einmündende Fluss wieder seine Geschwindigkeit und durchreisst oder verschiebt die Barre. Die Art der Ablagerungen wird natürlich von der Beschaffenheit der Sinkstoffe abhängen, so dass die vielseitigsten Verhältnisse herrschen können. Die Mündung zweier Flüsse von Wildstromcharakter, wie z. B. Inn und Salzach, zeigen ganze Archipele von Inseln und Bänken unter stetem Wechsel von Zerstörung und Aufbau. Im Tiefland kann der Nebenfluss in

Deltaform einmünden, indem er nach oben und unten hin neue Arme einreissen kann. Peschel[1]) sagt, der spitze Winkel, den Haupt- und Nebenfluss meist miteinander bilden, rühre von der Umbiegung des Seitengewässers durch den Hauptstrom her. Näher[2]) jedoch behauptet in Bezug auf den Neckar, dass Geröll führende Nebenflüsse ihre Mündung nach oben zu verlegen strebten. Es erscheint uns denkbar, dass in längeren Zeiträumen eine Art Oscillation stattfinden könnte; sobald die Krümmung des Nebenflusses sich ändert, müssen die Gesetze für Aushöhlung und Aufschüttung an Ufern zur Geltung kommen.

Es könnte noch die Frage aufgeworfen werden, ob nicht noch andere Kräfte, die ausserhalb des Flusses liegen, bei der Inselbildung wirksam sind. Wir können auf den zweiten Abschnitt verweisen, wo wir den Einfluss der Dauerwinde durch Wellenschlag und Sandeinwehung schon besprochen haben. Der ohnehin nur geringe Einfluss der Erdrotation im Sinn des sog. Baer'schen Gesetzes kommt bei der Inselbildung nur insofern in Betracht, als bei Konkaven der Stoss an den Prallstellen um etwas vermehrt wird und die Schlingenbildung um einen geringen Betrag beschleunigt wird.

Inseln vulkanischen Ursprungs — abgesehen natürlich von altvulkanischen Klippen — sind dem Verfasser keine bekannt in fliessenden Gewässern, obwohl solche sicher nicht völlig undenkbar wären.

Wir fassen zum Schluss die gewonnenen Resultate noch einmal zusammen.

Wir haben in Flüssen Inseln entstehen sehen: 1. durch die Anschwemmungsthätigkeit des Wassers. Dieselben können bestehen aus Geröll, Sand oder Schlamm, oder aus allem gleichzeitig, sie können einen felsigen Kern haben oder nicht; an Stelle der Geschiebe und Sedimente kann Treibholz und pflanzlicher Detritus im allgemeinen treten. **Alle diese Gebilde unterliegen fortwährender Veränderung.**

2. Durch die ausnagende Thätigkeit des Wassers. Es bilden sich Schlingen, die durchbrochen werden, oder es trennen

[1]) Peschel, Neue Probleme. S. 144 Anmerkung.

[2]) Zeitschrift für wissenschaftl. Geographie II. Jahrg. Näher, über den Kulturzustand des oberen Rheinthals zur Römerzeit.

sich sonst Arme vom Fluss und umgehen Stücke Land, die so zu Inseln werden.

Diese Inseln verändern sich auch, doch langsamer, als die der ersten Gruppe. Hierher gehören auch die stehen gebliebenen felsigen und klippigen, bald grösseren bald kleineren Reste des vom Fluss durchbrochenen Gesteins. **Diese letzten verändern sich nur im Laufe grosser Zeiträume.**

3. Endlich hörten wir, dass Dauerwinde durch Verstärkung des Wasserdrucks und des Wellenschlags in den Konkaven die Schlingenbildung beschleunigen oder starke Sandmassen den Flüssen zuführen und so direkt und indirekt Inselbildung bewirken.

In tabellarischer Form dargestellt:

A.

Inseln, entstanden durch die **anschwemmende** Thätigkeit des Wassers:

1. Inseln mit felsigem Ansatzkern.
2. Inseln mit vegetabilem Ansatzkern.
3. Inseln mit Geröll- oder Kiesunterbau.
4. Sand- und Schlamm-Inseln, einschliesslich der Deltainseln, sofern nicht bei B3 zu nennen. Schwemminseln.

B.

Inseln, entstanden durch die **erodierende** Thätigkeit des Wassers.

1. Klippen und Felsen (mit und ohne Vegetation). Restinseln.
2. Bei Schlingendurchbrüchen entstandene Inseln.
3. Durch Teilung des Flusses in Arme entstandene Inseln, einschliesslich der Deltainseln, sofern nicht bei A4 zu nennen. — Umgehungsinseln.

C.

Durch Mitwirkung von ausserhalb des Flusses liegenden Ursachen entstanden, durch Dauerwinde und Sandwehen.

Zusammenstellung der benützten Literatur.

1. Honsell, der natürliche Strombau des deutschen Oberrheins.
2. Beiträge zur Hydrographie des Grossh. Baden, Heft 3.
3. Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse u.s.w. Herausgegeben vom Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie in Baden, 1889.
4. Treutlein, die neueren deutschen Rheinstromstudien, Ausland 1893.
5. Daubrée, observations sur les alluvions anciennes et modernes d'une partie du bassin du Rhin. Mémoires de la société d'histoire naturelle de Strassbourg, Bd. IV.
6. F. A. Walchner, die Bildung der Rheininseln. Jahrbuch der deutschen Monatshefte, 17. Band.
7. Dr. Jos. Ritter von Lorenz-Liburnau, die Donau, ihre Strömungen und Ablagerungen. Wien 1890.
8. Dr. A. Penck. Die Donau, ein Vortrag. Wien 1891.
9. Dr. A. Penck, Morphologie der Erdoberfläche. Stuttgart 1894
10. Ed. Suess, Ueber den Lauf der Donau. Oesterr. Revüe Band 4, 1863.
11. Dr. Chr. Gruber, die Isar nach ihren natürlichen und hydrographischen Verhältnissen. Programm der städtischen Handelsschule München 1889.
12. Dr. R. Leonhard, der Stromlauf der mittleren Oder. Dissertation, Breslau 1893.
13. D. B. Neumann. Studien über den Bau der Strombetten und das Baer'sche Gesetz. Dissertation. Königsberg 1893.
14. Dr. Carl Schichtel. Der Amazonenstrom. Versuch einer Hydrographie des Amazonasgebietes auf orographisch-meteorologischer Grundlage. Strassburg 1893.
15. K. E. v. Baer. Ueber ein allgemeines Gesetz in der Gestaltung von Flussbetten. Bulletin de l'Académie de St. Petersbourg 1860.
16. Gümbel, Geologie von Bayern.
17. Günther, Geophysik.

18. J. Thomson. On the origin of the windings of rivers in alluvial plains. Proceedings of the royal Society, Vol. XXV. und XXVI.
19. Stanley, der Kongo.
20. Chavanne, Afrikas Ströme und Flüsse.
21. Réclus, La terre. Band I. 4 Aufl.
22. Dr. G. Gerland. Zur Erforschung Mittelsumatras. Ausland 1893.
23. Ermans Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland. B. 4. 1845. Ueber die Wasserfälle des Dnjepr und die Inseln in demselben. Nach dem Russischen des Kulschin.
24. Gäa, 17. Bd. 1887. Die Seitenverschiebung der Flüsse.
25. Stefanovic von Vilovo. Das seitliche Rücken der Flüsse. Ausland 1876.
26. Mitteilungen der k. k. geogr. Gesellschaft in Wien 24. N. F. 14. 1881.
27. Dortselbst: Tagebuch während der Beseitigung der Grasbarren im Bahr el Abiad und Bahr el Gebel in Sept. 1879 bis April 1880.
28. Mitteilungen der geogr. Gesellschaft für Thüringen. Jena 1887.
29. Deutsche Bauzeitung, Jahrg. V.
30. E. Dunker. Ueber den Einfluss der Erdrotation auf den Lauf der Flüsse. Giebels Zeitschrift für das gesamte Naturwissen. Bd. XI. 1875.
31. Humphreys and Abbot, Report on the physics and hydraulics of the Mississippi. Reprinted 1876.
32. Dasselbe deutsch von Grebenau 1863.
33. Möller, Studien über die Bewegung des Wassers in Flüssen. Zeitschrift für das Bauwesen 1883.
34. Peschel, Neue Probleme.
35. Näher, Kultur der oberrheinischen Ebene zur Römerzeit. Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie. II. Jahrgang.
36. Hochstetter, Geologie. In der allgemeinen Erdkunde.
37. Neumayer, Erdgeschichte.
38. Franzius und Sonne, Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, Band 3, der Wasserbau.

39. Globus, Band 53—58.
40. Generalstabskarte von Bayern.
41. Geographische Zeitschrift von Dr. A. Hettner, bes. Heft 9, 10, 11. Jahrgang 1896.
42. Dr. F. G. Hahn, Inselstudien, Leipzig 1883.
43. Ratzel, Anthropogeographie, Band I. und II.
44. Die Korrektion des Rheines u. s. w. Bearbeitet von der badischen Oberdirection des Wasser- und Strassenbaues. Karlsruhe 1862.
45. Die Vergletscherung des Salzachgebietes. Dr. Ed. Bruckner. Geographische Abhandlungen. Band I, Heft 1, 1886.
46. Humboldt, Reise in die Äquinoctialgegenden. Deutsch von Herm. Hauff 1860.

Inhalts-Übersicht.

Einleitung: Allgemeine, kulturgeschichtliche Bemerkungen Seite 1
1. **Einteilung der Flussinseln nach äusseren Merkmalen** . „ 3
2. **Inselbildung in verschiedenen Flussabschnitten,** fussend auf der Betrachtung des deutschen Oberrheins.
   a. **Erster Teil:** Inseln im verwilderten Strom . . . „ 4
   b. **Zweiter Teil:** Inseln im Strom mit Mäanderbildung „ 22
   c. **Dritter Teil:** Inseln im Strom mit gestrecktem Lauf und fester Sohle . . . . . „ 34
3. **Schlussabschnitt:** Vergleiche mit anderen Flüssen. — Inselbildung bei Flussmündungen. — Zusammenfassung der Resultate und Tabellen . . . . . „ 39

Anhang: **Zusammenstellung der benützten Literatur.**

Die beigefügten Zeichnungen enthalten:

I. Aufriss und Durchschnitt einer Rheinbank, nach Daubré.
II. Anschwemmungen an Hindernissen.
III. Durchschnitt einer Rheininsel, nach Walchner. — Donaubank, nach v. Lorenz-Liburnau.
IV. Bodenbildung einer Inn-Insel. — Seitenkanäle.
V. Zertrümmerung von Inseln.
VI. Weitere Inselformen.
VII. Ein Stück Donau, nach v. Lorenz-Liburnau.
VIII. Donau- und Saaleschlingen, nach v. Lorenz-Liburnau und Dunker.
IX. Pflanzenbarren im Nil. — Ein Mississippi-cut-off.
X. Crescent shaped lakes am Mississippi.
XI. Ein Stück Donau in Ungarn, nach v. Lorenz-Liburnau.
XII. Vils und Kollbach in Niederbayern.
XIII Diagramme zu Mündungsbildungen an Nebenflüssen am Amazonas, nach Schichtel.
XIV. Situationsplan der Alz, zu Seite 38.